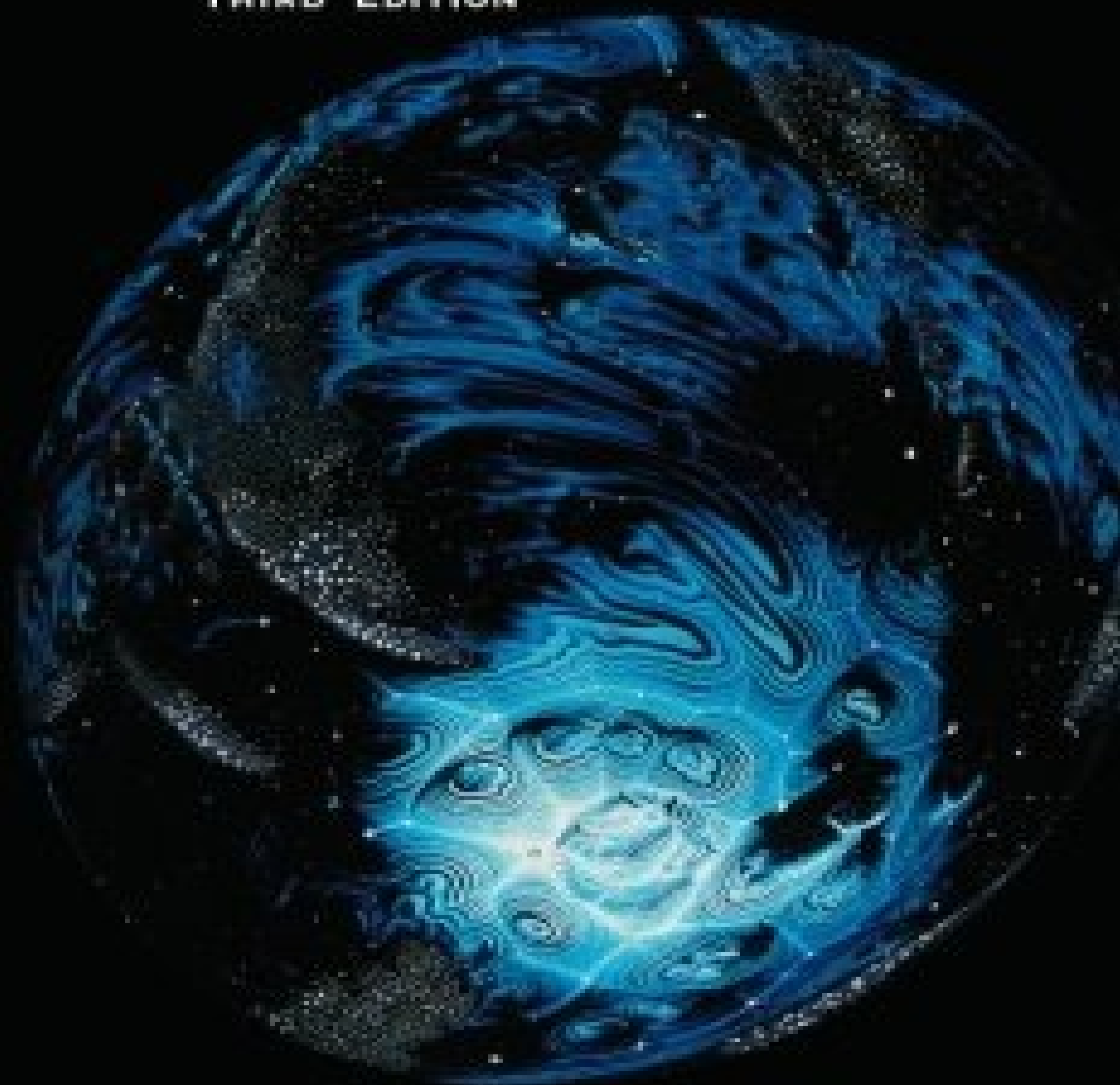
THE STRUCTURE OF SCIENTIFIC REVOLUTIONS

THIRD EDITION



THOMAS S. KUHN

CẤU TRÚC CỦA CÁC CUỘC CÁCH MẠNG KHOA HỌC

THOMAS SAMUEL KUHN
THE STRUCTURE OF SCIENTIFIC REVOLUTIONS
Người dịch: Nguyễn Quang A

Nguồn: http://vnthuquan.net
Tạo lại eBook (13/06/'15): QuocSan.

MỤC LỤC:

Lời giới thiệu

Bạn đọc cầm trên tay cuốn thứ mười hai* của tủ sách SOS², cuốn *Cấu trúc của các cuộc Cách mạng Khoa học* của Thomas S. Kuhn. Cuốn sách này đã trở thành kinh điển từ lần xuất bản đầu tiên năm 1962. Bản dịch dựa vào bản xuất bản lần thứ ba năm 1996. Đây là một cuốn sách về triết học khoa học, phân tích cấu trúc của các cuộc cách mạng khoa học, cấu trúc các cộng đồng khoa học, sự phát triển của khoa học. Ông phân sự phát triển của các khoa học thành các giai đoạn tương đối "ổn định" mà ông gọi là *khoa học thông thường*, bị ngắt quãng bởi các thời kì được gọi là *cách mạng khoa học*. Trong khoa học thông thường về cơ bản không có cạnh tranh, các nhà khoa học tiến hành công việc khoa học như việc *giải các câu đố*. Khi các *dị thường* (sự không khớp giữa các tiên đoán và quan sát) xuất hiện, các nhà khoa học thường tìm cách giải quyết nó, và thường thành công. Tuy vậy có các dị thường có thể gây ra khủng hoảng. *Khoa học khác thường* nổi lên trong các giai đoạn như vậy. Nảy sinh nhiều trường phái khác nhau. Vì có tự do tư duy và cạnh tranh, thường chỉ có một trường phái duy nhất sống sót, và khoa học lại bước vào pha khoa học thông thường mới. Tuy ông lấy các thí dụ chủ yếu từ lĩnh vực vật lí học, cuốn sách đề cập đến khoa học nói chung, và chủ đề của nó càng có ý nghĩa đối với các khoa học xã hội, các khoa học "chưa" thật "trưởng thành".

Khái niệm paradigm do ông đưa ra được thảo luận chi tiết trong cuốn sách này. Theo từ điển các từ Việt Nam tương ứng với paradigm là mẫu, mô hình. Do chưa có thuật ngữ Việt thống nhất tương ứng, chúng tôi tạm dùng từ "khung mẫu" để chỉ khái niệm này. Khung mẫu là cái mà một cộng đồng khoa học chia sẻ, là hình trạng (constellation) của các cam kết của một cộng đồng khoa học, là mẫu dùng chung của một cộng đồng khoa học. Có lẽ nên dùng nguyên paradigm thay vì "dịch" ra tiếng Việt. Trung Quốc, Nhật Bản và Hàn Quốc thường chỉ phiên âm các khái niệm mới, không đặt vấn đề "dịch" khái niệm ra tiếng mẹ đẻ vì việc dịch như vậy là không thể làm được và không có ý nghĩa [ma trận xuất phát từ matrix phiên âm qua tiếng Trung Quốc là một ví dụ khá quen thuộc]. Trong bản dịch này khung mẫu không phải là từ "được dịch" của paradigm, nó là một từ được dùng để chỉ khái niệm paradigm. Bạn đọc đừng bận tâm paradign, khung mẫu, matrix, ma trận "có nghĩa" là gì, chúng chỉ là những cái tên, các nhãn của các khái niệm. Phải tiếp cận với các khái niệm trước và sau đó dùng các tên hay các nhãn như vậy để gọi chúng. Ta sẽ bắt gặp thêm các khái niệm như cộng đồng khoa học, cách mạng khoa học, khoa học thông thường, khoa học khác thường, v.v. trong cuốn sách này. Tất nhiên trong một cộng đồng ngôn ngữ việc thống nhất tên gọi của các khái niệm là hết sức quan trọng.

Cuốn sách sẽ bổ ích cho các triết gia, các nhà sử học, các nhà khoa học (tự nhiên và xã hội), các sinh viên, và tất cả những ai quan tâm đến khoa học, đến sáng tạo.

Người dịch đã cố hết sức để làm cho bản dịch được chính xác và dễ đọc, song do hiểu biết có hạn nên khó thể tránh khỏi sai sót. Phần chỉ mục nội dung, ở mỗi mục chính, có kèm theo thuật ngữ tiếng Anh để bạn đọc tiện tham khảo.

Mọi chú thích của tác giả được đánh bằng số. Tất cả các chú thích đánh dấu sao (*) ở cuối trang là của người dịch. Trong văn bản đôi khi người dịch có đưa thêm từ hay cụm từ để cho câu được rõ nghĩa, phần đó được đặt trong dấu [như thế này]. Bản dịch chắc còn nhiều thiếu sót mong bạn đọc thông cảm, lượng thứ, và chỉ bảo; xin liên hệ theo địa chỉ Tạp chí Tin học và Đời sống, 54 Hoàng Ngọc Phách Hà Nội [25/B7 Nam Thành Công], hoặc qua điện thư thds@hn.vnn.vn haynqa@netnam.vn

06-2005

Nguyễn Quang A

Lời nói đầu

Tiểu luận này là báo cáo được xuất bản đầy đủ đầu tiên về một công trình khởi đầu được hình dung ra gần mười lăm năm trước. Khi đó tôi là một nghiên cứu sinh về vật lí lí thuyết sắp hoàn thành luận văn của mình. Một sự dính líu may mắn với một cua thử nghiệm dạy khoa học vật lí cho người không nghiên cứu khoa học đã lần đầu tiên đưa tôi đến với lịch sử khoa học. Tôi hoàn toàn ngạc nhiên, rằng việc tiếp xúc với lí thuyết và thực hành khoa học lỗi thời đã làm xói mòn triệt để một số quan niệm cơ bản của tôi về bản chất của khoa học và các lí do cho thành công đặc biệt của nó.

Đó là các quan niệm mà tôi đã rút ra một phần từ bản thân quá trình đào tạo khoa học và một phần từ một chí thú có từ lâu với triết học khoa học. Chẳng hiểu sao, dù tính hữu dụng sư phạm của chúng và vẻ hiển nhiên trừu tượng của chúng có thế nào, các quan niệm này không hề hợp với công việc mà nghiên cứu lịch sử phơi bày. Thế mà chúng đã và vẫn là cơ bản cho nhiều thảo luận về khoa học, và vì thế có vẻ đáng theo đuổi kĩ lưỡng sự thất bại của chúng về vẻ thật. Kết quả đã là một sự dịch chuyển quyết liệt trong các dự định sự nghiệp của tôi, một sự dịch chuyển từ vật lí học sang lịch sử khoa học và sau đó, dần dần, từ các vấn đề lịch sử tương đối dễ hiểu quay trở lại các lo ngại triết học ban đầu đã dẫn tôi đến với lịch sử. Trừ một vài bài báo, tiểu luận này là tác phẩm đầu tiên trong các công trình đã xuất bản của tôi trong đó các mối lo ngại ban đầu này chi phối. Một phần nào đó nó là một nỗ lực để giải thích cho bản thân tôi và các bạn bè trước hết tôi đã bị kéo từ khoa học sang lịch sử khoa học như thế nào.

Cơ hội đầu tiên của tôi để theo đuổi sâu vài trong các ý tưởng nêu ra dưới đây là ba năm với tư cách một Nghiên cứu sinh Trẻ của Hội các Nghiên cứu sinh của Đại học Hardvard. Không có giai đoạn tự do đó thì sự chuyển đổi sang một lĩnh vực nghiên cứu mới chắc đã khó hơn nhiều và có thể đã không đạt được. Một phần thời gian trong các năm đó tôi đã dành cho lịch sử khoa học đích thực. Đặc biệt tôi đã tiếp tục nghiên cứu các tác phẩm của Alexandre Koyré và đầu tiên làm quen với các tác phẩm của Emile Meyerson, Hélène Metzger, và Anneliese Maiser.[1] Sáng tỏ hơn hầu hết các học giả khác gần đây, nhóm người này đã cho thấy cái gì giống như suy nghĩ khoa học trong một thời kì khi các chuẩn mực khoa học rất khác các chuẩn mực ngày nay. Mặc dù tôi ngày càng nghi ngờ một vài trong số các diễn giải lịch sử cá biệt của họ, các công trình của họ, cùng với *Great Chain of Being* của A. O. Lovejoy, đã chỉ đứng sau các nguồn tư liệu gốc trong tạo hình quan niệm của tôi về lịch sử các ý tưởng khoa học có thể là gì.

Phần lớn thời gian của tôi trong các năm ấy, tuy vậy, được dùng để khám phá các lĩnh vực không có quan hệ rõ ràng với lịch sử khoa học nhưng trong đó nghiên cứu ngày nay phơi bày ra các vấn đề giống các vấn đề mà lịch sử đã làm cho tôi chú ý. Một chú thích bắt gặp tình cờ đã dẫn tôi đến các thí nghiệm mà Jean Piaget đã làm sáng tỏ cả các cuộc đời khác nhau của đứa trẻ đang lớn và quá trình chuyển tiếp từ một [cuộc đời] sang [cuộc đời] kế tiếp.[2] Một trong các đồng nghiệp của tôi bảo tôi đọc các bài báo về tâm lí học tri giác, đặc biệt các nhà tâm lí học phái Gestalt; đồng nghiệp khác giới thiệu cho tôi những suy ngẫm của B. L. Whorf về ảnh hưởng của ngôn ngữ lên thế giới quan; và W. V. O. Quine mở ra cho tôi các câu đố triết học về sự phân biệt giải tích-tổng hợp (analytic-synthetic).[3] Đó là loại khám phá có tính ngẫu nhiên mà Hội các Nghiên cứu sinh cho phép, và chỉ qua đó mà tôi đã có thể bắt gặp cuốn chuyên khảo hầu như không được biết đến của Ludwik Fleck, *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache* (Basel, 1935), một tiểu luận thấy trước nhiều ý tưởng riêng của tôi. Cùng với một nhận xét của một Nghiên cứu sinh Trẻ khác, Francis X. Sutton, công trình của Fleck đã làm cho tôi thấy rõ là các ý tưởng đó có thể cần được đặt trong xã hội học của cộng đồng khoa học. Tuy dưới đây bạn đọc sẽ thấy ít dẫn chiếu đến các công trình hay các đối thoại này, tôi mang ơn chúng theo nhiều cách hơn là bây giờ tôi có thể tái dựng lại hay đánh giá.

Trong năm cuối với tư cách một Nghiên cứu sinh Trẻ, một lời mời giảng cho Viện Lowell ở Boston đã tạo cơ hội đầu tiên cho tôi để thử quan niệm vẫn đang phát triển của tôi về khoa học. Kết quả là một loạt gồm tám bài giảng công khai, được trình bày tháng Ba, 1951, về "Truy tìm Khoa học Vật lí – The Quest

for Physical Science". Trong năm tiếp theo tôi bắt đầu dạy lịch sử khoa học đích thực, và gần một thập niên các vấn đề giảng dạy trong một lĩnh vực tôi chưa bao giờ nghiên cứu một cách có hệ thống đã không để cho tôi có mấy thời gian cho trình bày tường minh các ý tưởng đầu tiên đã kéo tôi vào lĩnh vực đó. Tuy vậy, thật may mắn các ý tưởng đó đã tạo một nguồn của định hướng ngầm định và của cấu trúc-vấn đề nào đó cho phần lớn việc giảng dạy bậc cao hơn của tôi. Vì thế tôi có các sinh viên để cảm ơn vì các bài học có giá trị cả về khả năng đứng vững của các quan điểm của tôi và về những kĩ thuật thích hợp cho việc truyền đạt chúng một cách hiệu quả. Cùng các vấn đề và định hướng mang lại tính thống nhất cho hầu hết các nghiên cứu lịch sử chiếm đa số, và rõ ràng khá đa dạng, mà tôi đã công bố kể từ khi kết thúc học bổng nghiên cứu sinh của tôi. Nhiều trong số chúng đề cập đến vai trò trọn vẹn do siêu hình học này hay kia đã đóng trong nghiên cứu khoa học sáng tạo. Những nghiên cứu khác khảo sát cách trong đó các cơ sở thí nghiệm của một lí thuyết mới được tích tụ và được những người cam kết với một lí thuyết cũ không tương thích tiêu hoá ra sao. Trong quá trình chúng mô tả loại phát triển mà dưới đây tôi sẽ gọi là "sự nổi lên-emergence" của một lí thuyết hay phát minh mới. Ngoài ra có các ràng buộc khác như vậy.

Chặng cuối cùng trong sự phát triển của tiểu luận này bắt đầu với một lời mời làm việc cho năm 1958-1959 ở Trung tâm Nghiên cứu Cao cấp về các Khoa học Hành vi – Center for Advanced Studies in the Behaviorial Sciences. Lại một lần nữa tôi có khả năng chú tâm hoàn toàn vào các vấn đề được thảo luận dưới đây. Thậm chí quan trọng hơn, sống một năm trong một cộng đồng chủ yếu gồm các nhà khoa học xã hội, tôi đã đối mặt với các vấn đề không được dự kiến trước về những khác biệt giữa các cộng đồng như vậy với cộng đồng các nhà khoa học tự nhiên mà trong đó tôi đã được đào tạo. Đặc biệt, tôi bị ấn tượng bởi số lượng và mức độ của các bất đồng không úp mở giữa những nhà khoa học xã hội về bản tính của các vấn đề và các phương pháp khoa học chính đáng. Cả lịch sử lẫn sự quen biết làm cho tôi nghi ngờ rằng những người hành nghề khoa học tự nhiên có những câu trả lời vững chắc hơn hay vĩnh cửu hơn cho các câu hỏi như vậy so với các đồng nghiệp khoa học xã hội của họ. Thế nhưng, không biết làm sao, sự thực hành thiên văn học, vật lí học, hoá học, hay sinh học thường không gây ra các tranh cãi về những cái cơ bản mà ngày nay thường có vẻ như căn bệnh địa phương giữa, thí dụ, các nhà tâm lí hay các nhà xã hội học. Việc thử khám phá ra nguồn của sự khác biệt đó đã khiến tôi nhận ra vai trò trong nghiên cứu khoa học của cái từ đó tôi đã gọi là các "khung mẫu – paradigm"*. Những cái này tôi coi là các thành tựu khoa học đã được công nhận một cách phổ quát mà trong một thời gian cung cấp các vấn đề mẫu và các lời giải cho một cộng đồng của những người thực hành. Một khi cái miếng hình ghép của tôi khớp vào chỗ trong câu đố ghép hình, thì một bản thảo của tiểu luận này hiện ra nhanh chóng.

Câu chuyện tiếp theo của bản thảo đó không cần được kể ở đây, nhưng phải nói vài lời về hình thức mà nó vẫn giữ được qua các lần soát xét lại. Cho đến khi một phiên bản đầu tiên được hoàn thành và phần lớn được soát xét lại, tôi đã dự kiến rằng bản thảo sẽ xuất hiện chỉ riêng như một tập trong *Bách khoa thư Khoa học thống nhất – Encyclopedia of Unified Science*. Các biên tập viên của công trình tiên phong đó đã đầu tiên cố thuyết phục, rồi giúp tôi cam kết vững chắc, và cuối cùng kiên nhẫn chờ đợi kết quả với sự tế nhị lạ thường. Tôi mang ơn họ rất nhiều, đặc biệt Charles Morris, vì tạo ra kích thích cơ bản và vì khuyên tôi về bản thảo được hình thành. Các giới hạn về chỗ của *Bách khoa thư*, tuy vậy, khiến cho tất yếu phải trình bày các quan điểm của tôi ở dạng cực kì cô đọng và giản lược. Tuy các sự kiện tiếp theo có giảm nhẹ các giới hạn đó một chút và đã làm cho việc công bố độc lập đồng thời là có thể, công trình này vẫn là một tiểu luận hơn là một cuốn sách đầy đủ tầm cỡ mà đề tài của tôi cuối cùng sẽ đòi hỏi.

Vì mục tiêu cơ bản nhất của tôi là thúc đẩy một sự thay đổi nhận thức và đánh giá về các dữ liệu quen thuộc, tính giản lược của sự trình bày đầu tiên này không nhất thiết là hạn chế. Ngược lại, các bạn đọc mà lĩnh vực nghiên cứu riêng của họ đã chuẩn bị cho họ loại tái định hướng được chủ trương ở đây có thể thấy hình thức tiểu luận cả có tính gợi mở hơn lẫn dễ tiêu hoá hơn. Nhưng nó cũng có các nhược điểm, và chúng có thể biện hộ cho sự làm sáng tỏ của tôi ngay ở đầu về các loại mở rộng cả ở quy mô lẫn ở độ sâu mà tôi hi vọng cuối cùng sẽ được bao gồm trong một phiên bản dài hơn. Có sẵn nhiều bằng chứng lịch sử hơn

nhiều mức tôi có chỗ để khai thác dưới đây. Hơn nữa, bằng chứng có từ lịch sử khoa học sinh học cũng như vật lí. Quyết định của tôi ở đây để chỉ đề cập riêng đến vật lí học một phần là do để tăng tính chặt chẽ của tiểu luận và một phần do năng lực hiện tại. Ngoài ra, cách nhìn về khoa học được trình bày ở đây gợi ý tiềm năng kết quả của một loạt loại nghiên cứu mới, cả lịch sử và xã hội. Thí dụ, cách trong đó các dị thường, hay các vi phạm sự mong đợi, thu hút sự chú ý của một cộng đồng cần nghiên cứu chi tiết, cũng như sự nổi lên của các khủng hoảng có thể do thất bại lặp đi lặp lại để làm cho một dị thường phù hợp với sự mong đợi gây ra. Hoặc lần nữa, nếu tôi đúng rằng mỗi cách mạng khoa học làm thay đổi viễn cảnh lịch sử của cộng đồng trải nghiệm nó, rồi sự thay đổi viễn cảnh đó sẽ ảnh hưởng đến cấu trúc của các sách giáo khoa và các sách báo nghiên cứu sau cách mạng. Một tác động như vậy – một sự dịch chuyển về phân bố của tài liệu tham khảo được trích dẫn trong các chú giải của các báo cáo nghiên cứu – nên được nghiên cứu như một chỉ số khả dĩ đối với sự xuất hiện của các cuộc cách mạng.

Nhu cầu cô đọng khắc nghiệt cũng đã buộc tôi phải thôi thảo luận một số vấn đề chính. Sự phân biệt của tôi giữa các giai đoạn trước- và sau-khung mẫu (pre- and post-paradigm) trong sự phát triển của một khoa học, chẳng hạn, là quá giản lược. Mỗi trường phái mà sự cạnh tranh của chúng đặc trưng cho giai đoạn sớm hơn được cái gì đó rất giống một khung mẫu hướng dẫn; có các hoàn cảnh, tuy tôi nghĩ chúng là hiếm, trong đó hai khung mẫu có thể cùng tồn tại một cách hoà bình trong giai đoạn muộn hơn. Sự chiếm hữu đơn thuần một khung mẫu không hoàn toàn là một tiêu chuẩn cho quá độ phát triển được thảo luận ở Mục II. Quan trọng hơn, trừ các lời nói ngẫu nhiên ngắn hi hữu, tôi đã không nói gì về vai trò của tiến bộ công nghệ hay về các điều kiện xã hội, kinh tế và trí tuệ bên ngoài trong sự phát triển của các khoa học. Tuy vậy, ta không cần nhìn xa hơn Copernicus và lịch để nhận ra rằng các điều kiện bên ngoài có thể giúp một dị thường đơn thuần thành một nguồn khủng hoảng sâu sắc. Cùng thí dụ có thể minh hoạ cách theo đó các điều kiện ngoài khoa học có thể ảnh hưởng đến dải của các lựa chọn khả dĩ sẵn có cho người cố gắng kết thúc một khủng hoảng bằng đề xuất một cải cách cách mạng này hay cải cách cách mạng khác.[4] Xem xét tường minh các tác động như thế này, tôi nghĩ, sẽ không làm thay đổi các luận đề chính được trình bày trong tiểu luận này, nhưng chắc chắn sẽ đưa thêm vào một chiều giải tích của tầm quan trọng hàng đầu cho sự hiểu biết tiến bộ khoa học.

Cuối cùng, và có lẽ quan trọng nhất, các hạn chế về chỗ đã ảnh hưởng mạnh mẽ đến sự luận bàn của tôi về các hệ luỵ triết học của cách nhìn mang tính lịch sử này về khoa học của tiểu luận. Rõ ràng, có các dính líu như vậy, và tôi đã thử cả chỉ ra lẫn chứng minh bằng tư liệu những cái chính. Nhưng khi làm như vậy tôi thường tự kiềm chế thảo luận chi tiết các lập trường khác nhau của các triết gia đương thời về các vấn đề tương ứng. Nơi tôi bày tỏ sự nghi ngờ, nó thường hướng tới một thái độ triết học hơn là tới bất cứ diễn đạt nào trong số các diễn đạt được trình bày đầy đủ. Kết quả là, một số người biết và hoạt động với một trong các lập trường được trình bày đó có thể cảm thấy rằng tôi đã bỏ quên vấn đề của họ. Tôi nghĩ là họ sai, nhưng tiểu luận này không được dự tính để thuyết phục họ. Để thử làm việc đó cần đến một loại sách lớn hơn nhiều và rất khác.

Các mẩu tự truyện mà lời nói đầu này thổ lộ được dành cho việc công nhận cái tôi có thể nhận ra như sự mang ơn chính của tôi đối với cả các công trình uyên bác lẫn các tổ chức đã giúp hình thành tư duy của tôi. Phần còn lại của sự biết ơn đó tôi sẽ thử bày tỏ bằng việc nêu tên dưới đây. Tuy vậy, điều được nói ở trên hay ở dưới đây sẽ tuyệt nhiên không nhiều hơn một ám chỉ đến số lượng và bản chất các nghĩa vụ cá nhân của tôi đối với nhiều cá nhân mà những gợi ý và phê bình của họ lúc này lúc khác đã duy trì và hướng dẫn sự phát triển trí tuệ của tôi. Kể từ khi các ý tưởng của tiểu luận này bắt đầu thành hình thời gian trôi đi đã quá lâu; một danh mục về tất cả những người có thể thấy một cách thích đáng dấu hiệu nào đó của họ trên các trang của cuốn sách này sẽ cùng rộng như danh mục về các bạn và những người quen của tôi. Trong hoàn cảnh này, tôi phải tự hạn chế mình ở vài ảnh hưởng quan trọng nhất mà ngay cả trí nhớ không hoàn hảo cũng chẳng bao giờ ngăn hoàn toàn được.

Chính James B. Conant, chủ tịch khi đó của Đại học Harvard, là người đầu tiên đã dẫn tôi đến lịch sử

khoa học và như thế khởi động sự biến đổi trong quan niệm của tôi về bản chất của tiến bộ khoa học. Suốt từ khi quá trình đó bắt đầu, ông đã luôn hào phóng về các ý tưởng, các phê bình, và thời gian của ông – kể cả thời gian cần để đọc và gợi ý các thay đổi quan trọng trong phác thảo của bản thảo của tôi. Leonard K. Nash, cùng ông suốt năm năm tôi đã dạy cua theo hướng lịch sử mà Dr. Conant đã khởi động, là một cộng tác viên thậm chí tích cực hơn trong các năm khi các ý tưởng của tôi bắt đầu hình thành, và đã rất thiếu ông trong các giai đoạn phát triển sau. Tuy vậy, may mắn là sau khi tôi rời Cambridge, vị trí của ông như màn hướng âm tích cực và hơn thế được đồng nghiệp của tôi ở Berkeley, Stanley Cavell, thay thế. Chính Cavell, một nhà triết học chủ yếu quan tâm đến đạo đức học và mĩ học, đạt tới các kết luận hoàn toàn phù hợp với các kết luận riêng của tôi, đã là một nguồn kích thích và động viên liên tục đối với tôi. Hơn nữa, ông là người duy nhất mà tôi đã từng có thể thăm dò các ý tưởng của mình trong những câu chưa hoàn thành. Phương thức truyền thông đó chứng thực một sự hiểu biết cho phép ông chỉ đường cho tôi vượt qua hay đi vòng qua nhiều rào cản lớn gặp phải khi tôi chuẩn bị bản thảo đầu tiên của mình.

Kể từ khi phiên bản đó được phác thảo, nhiều bạn khác đã giúp tôi trình bày lại nó. Tôi nghĩ, họ sẽ thứ lỗi cho tôi nếu tôi chỉ nhắc đến bốn đóng góp tỏ ra có tác động sâu xa và quyết định nhất: Paul K. Feyerabend ở Berkeley, Ernest Nagel ở Columbia, H. Pier Noyes ở Lawrence Radiation Laboratory, và sinh viên của tôi, John L. Heilbron, người đã thường làm việc gắn bó với tôi trong chuẩn bị phiên bản cuối cùng cho in ấn. Tôi thấy việc họ dành cho tôi và các gợi ý của họ là cực kì bổ ích, nhưng tôi không có lí do gì để tin (và lí do nào đó để nghi ngờ) rằng hoặc họ hay những người khác được nhắc tới ở trên chấp thuận bản thảo được sinh ra trong tính toàn vẹn của nó.

Những lời cảm ơn cuối cùng của tôi, dành cho cha mẹ, vợ và các con tôi, hẳn là một loại khác. Trong chừng mực nào đấy tôi có lẽ sẽ là người cuối cùng để nhận ra, mỗi trong số họ nữa đã cống hiến các thành phần trí tuệ cho công trình của tôi. Nhưng, ở các mức độ khác nhau, họ cũng đã làm cái gì đó quan trọng hơn. Tức là, họ đã để cho tôi làm và thậm chí khích lệ sự hiến dâng của tôi cho việc đó. Bất cứ ai đã vật lộn với một dự án giống như của tôi sẽ nhận ra cái giá đôi khi họ phải trả. Tôi không biết cảm ơn họ thế nào.

T. S. K.
BERKELEY, CALIFORNIA
Tháng 2, 1962

I. Dẫn nhập: Một vai trò cho Lịch sử

Lịch sử, nếu được xem như một kho cho nhiều hơn chuyện vặt hay sắp xếp theo niên đại, có thể tạo ra một sự biến đổi quyết định trong bức tranh về khoa học mà giờ đây chúng ta có. Bức tranh đó đã được vẽ trước đây, thậm chí bởi bản thân các nhà khoa học, chủ yếu từ nghiên cứu các thành tựu khoa học đã hoàn tất như các thành tựu này được ghi lại trong các kinh điển và, gần đây hơn, trong các sách giáo khoa mà từ đó mỗi thế hệ khoa học mới học để hành nghề của mình. Tuy vậy, mục đích của các sách như vậy chắc hẳn mang tính thuyết phục và sư phạm; một khái niệm về khoa học rút ra từ chúng không chắc hợp với hoạt động táo bạo đã tạo ra chúng nhiều hơn một bức tranh về một nền văn hoá dân tộc rút ra từ một cuốn sách mỏng quảng cáo du lịch hay một bài văn. Tiểu luận này thử chứng tỏ rằng chúng ta đã bị chúng làm lầm đường về nhiều mặt cơ bản. Mục tiêu của nó là phác hoạ một khái niệm hoàn toàn khác về khoa học cái có thể nổi lên từ tư liệu lịch sử của bản thân hoạt động nghiên cứu.

Ngay cả từ lịch sử, tuy vậy, khái niệm mới đó sẽ không tới nếu dữ liệu lịch sử tiếp tục được tìm kiếm và xem xét tỉ mỉ chủ yếu để trả lời các câu hỏi do ấn tượng rập khuôn được rút ra từ các văn bản khoa học nêu ra. Các văn bản này, thí dụ, thường có vẻ hàm ý rằng nội dung của khoa học được minh hoạ bằng thí dụ một cách duy nhất bằng các quan sát, qui luật, và lí thuyết được mô tả trên các trang của chúng. Hầu như thường xuyên, cùng các cuốn sách được cho là nói rằng các phương pháp khoa học đơn giản là các phương pháp được minh hoạ bởi các kĩ thuật thao tác được dùng để thu thập các số liệu giáo khoa, cùng với các thao tác logic được dùng khi liên hệ các số liệu đó với những khái quát hoá lí thuyết của sách giáo khoa. Kết quả là một khái niệm về khoa học với các hệ luỵ sâu sắc về bản chất và sự phát triển của nó.

Nếu khoa học là một hình trạng (constellation) của các sự thực, các lí thuyết, và các phương pháp được sưu tập trong các văn bản hiện hành, thì các nhà khoa học là những người, thành công hay không, đã cố gắng đóng góp một yếu tố hay yếu tố khác cho hình trạng cá biệt đó. Sự phát triển khoa học trở thành một quá trình từ từ theo đó các tiết mục này được thêm, một cách đơn lẻ và kết hợp, vào kho dự trữ tăng không ngừng, cái [kho] tạo thành kĩ thuật và tri thức khoa học. Và lịch sử khoa học trở thành một môn ghi niên đại của cả sự gia tăng liên tiếp này và các trở ngại đã ngăn cản sự tích luỹ của chúng. Quan tâm đến sự phát triển khoa học, nhà sử học khi đó hình như có hai nhiệm vụ chính. Một mặt, ông ta phải xác định ai và ở thời điểm nào đã khám phá hay phát minh ra sự thực, qui luật, và lí thuyết khoa học đương thời. Mặt khác, ông ta phải mô tả và giải thích mớ sai lầm, huyền thoại, và mê tín đã ngăn cản sự tích tụ nhanh hơn của các hợp thành của văn bản khoa học hiện đại. Nhiều nghiên cứu đã hướng theo các mục đích này, và một số vẫn thế.

Tuy vậy, trong các năm gần đây vài sử gia khoa học đã thấy ngày càng khó để hoàn thành các chức năng mà khái niệm về phát triển-bằng-tích luỹ phân cho chúng. Với tư cách những người ghi niên đại của một quá trình tăng thêm, họ nhận ra rằng nghiên cứu thêm làm cho khó hơn, chứ không dễ hơn, để trả lời các câu hỏi như: Oxy được khám phá ra khi nào? Ai là người đầu tiên quan niệm về bảo toàn năng lượng? Vài người trong số họ ngày càng nghi ngờ rằng đấy đơn giản là các loại câu hỏi sai để hỏi. Có lẽ khoa học không phát triển bằng tích luỹ các khám phá và phát minh riêng lẻ. Đồng thời, cùng các sử gia đó đối mặt với các khó khăn ngày càng tăng về sự phân biệt cấu thành "khoa học" của quan sát và lòng tin quá khứ khỏi cái mà các tiền bối của họ đã gắn cho cái nhãn "sai lầm" và "mê tín" rồi. Càng nghiên cứu cẩn thận hơn, thí dụ, động học Aristotlian, hoá học nhiên tố (phlogistic), hay nhiệt động học, họ càng cảm thấy chắc chắn hơn rằng những cái một thời là các quan điểm hiện hành về tự nhiên, như một tổng thể, không kém khoa học hơn cũng chẳng nhiều hơn sản phẩm của tính khí riêng của con người so với các quan điểm hiện hành ngày nay. Nếu các lòng tin lỗi thời này phải được gọi là các huyền thoại, thì các huyền thoại có thể được tạo ra bằng cùng các loại phương pháp và được tin vì cùng loại lí do mà bây giờ dẫn tới tri thức khoa học. Nếu, mặt khác, chúng phải được gọi là khoa học, thì khoa học đã bao hàm các khối lòng tin hoàn toàn không tương thích với những cái chúng ta tin ngày nay. Căn cứ vào các lựa chọn khả dĩ này, sử gia phải chọn cái sau. Các lí thuyết lỗi thời về nguyên tắc không phải phi khoa học bởi vì chúng đã bị loại ra.

Tuy vậy, sự lựa chọn đó làm cho khó khăn để hiểu rõ sự phát triển khoa học như một quá trình phát triển dần lên. Cùng nghiên cứu lịch sử đó phơi bày các khó khăn về cô lập các sáng chế và phát minh riêng rẽ tạo lí do cho những nghi ngờ sâu sắc về quá trình tích tụ qua đó các đóng góp riêng rẽ này cho khoa học được nghĩ là đã hợp thành.

Kết quả của tất cả những nghi ngờ và các khó khăn này là một cuộc cách mạng về ghi chép sử trong nghiên cứu khoa học, tuy là cuộc cách mạng vẫn ở các giai đoạn đầu của nó. Dần dần, và thường hoàn toàn không được nhận ra là họ đang làm vậy, các nhà sử học về khoa học đã bắt đầu hỏi những loại câu hỏi khác và lần theo các tuyến phát triển khác, và thường bớt tính tích luỹ hơn, cho các khoa học. Thay vì tìm kiếm những đóng góp lâu dài của một khoa học cổ hơn đối với ưu thế hiện tại của chúng ta, họ thử trưng bày tính nhất quán lịch sử của khoa học đó trong thời của chính nó. Họ hỏi, thí dụ, không về quan hệ của các quan điểm của Galileo đối với các quan điểm của khoa học hiện đại, mà đúng hơn về quan hệ giữa những quan điểm của ông và các quan điểm của nhóm ông, tức là, các thầy ông, những người đương thời, và những người kế tục trực tiếp trong các khoa học. Hơn nữa, họ nhấn mạnh đến nghiên cứu những ý kiến của nhóm đó và các nhóm tương tự khác từ quan điểm – thường rất khác với quan điểm của khoa học hiện đại – cái cho các ý kiến đó sự cố kết nội tại cực đại và khớp sát nhất có thể với tự nhiên. Nhìn qua các công trình sinh ra như thế, các công trình có lẽ được minh hoạ tốt nhất trong các tác phẩm của Alexandre Koyré, khoa học hoàn toàn không có vẻ là cùng hoạt động táo bạo như được các tác giả theo truyền thống lịch sử cũ hơn đã thảo luận. Bằng ngụ ý, chí ít, các nghiên cứu lịch sử này gợi ý khả năng về một bức tranh mới về khoa học. Tiểu luận này nhằm phác hoạ bức tranh đó bằng làm rõ một số trong những dính líu của việc chép sử mới.

Các khía cạnh nào của khoa học sẽ nổi bật lên trong tiến trình của nỗ lực này? Thứ nhất, chí ít về thứ tự trình bày, là sự thiếu các chỉ dẫn phương pháp luận, mà với bản thân chúng, để áp đặt một kết luận duy nhất thực sự đối với nhiều loại câu hỏi khoa học. Được bảo phải khảo sát các hiện tượng điện hay hoá học, người không biết về lĩnh vực này nhưng biết cái gì là khoa học có thể đạt một cách hợp lí đến bất cứ một trong một số kết luận không tương thích nhau. Giữa các khả năng hợp lí, các kết luận cá biệt mà anh ta đi đến có lẽ được xác định bởi kinh nghiệm trước đây của anh ta trong các lĩnh vực khác, bởi những ngẫu nhiên trong khảo sát của anh ta, và bởi cấu tạo riêng của chính anh ta. Thí dụ, những lòng tin nào về các ngôi sao mà anh ta mang vào nghiên cứu hoá học hay điện học? Cái nào trong nhiều thí nghiệm có thể hình dung ra liên quan đến lĩnh vực mới mà anh ta sẽ chọn để thực hiện đầu tiên? Và các khía cạnh nào của hiện tượng phức tạp sinh ra khi đó sẽ gây ấn tượng cho anh ta như đặc biệt xác đáng cho một sự làm sáng tỏ bản chất của sự thay đổi hoá học hay của ái lực điện? Đối với cá nhân, chí ít, và đôi khi cả đối với cộng đồng khoa học nữa, các câu trả lời cho các câu hỏi như thế này thường là các nhân tố quyết định cơ bản của sự phát triển khoa học. Chúng ta sẽ lưu ý, thí dụ, trong Mục II rằng các giai đoạn phát triển ban đầu của hầu hết các khoa học đã được đặc trưng bởi sự cạnh tranh liên tục giữa một số quan điểm khác nhau về tự nhiên, mỗi quan điểm được dẫn ra một phần từ, và tất cả đại thể tương thích với, những tiếng gọi của quan sát và phương pháp khoa học. Cái phân biệt các trường phái khác nhau này đã không phải là thất bại này hay thất bại khác của phương pháp – chúng đã đều là “khoa học” – mà là cái chúng ta sẽ gọi là những cách không thể so sánh với nhau của chúng về nhìn nhận thế giới và về thực hành khoa học trong đó. Quan sát và kinh nghiệm có thể và phải giới hạn một cách mạnh mẽ dải của lòng tin khoa học được phép, vì khác đi thì sẽ không có khoa học nào. Nhưng riêng chúng không thể xác định khối cá biệt của lòng tin như vậy. Một yếu tố dường như tuỳ ý, được hoà trộn bởi sự tình cờ cá nhân và lịch sử, luôn luôn là một thành tố cấu thành của các lòng tin được một cộng đồng khoa học cho trước ở một thời điểm cho trước tán thành.

Yếu tố tuỳ ý đó, tuy vậy, không biểu lộ rằng bất cứ nhóm khoa học nào có thể thực hành nghề nghiệp của mình mà không có một tập các lòng tin nhận được nào đó. Nó cũng không làm cho hình trạng cá biệt mà nhóm đó, ở thời điểm cho trước, thực ra đã cam kết, là ít hậu quả hơn. Nghiên cứu hữu hiệu hầu như không bắt đầu trước khi một cộng đồng khoa học nghĩ nó đã thu được các câu trả lời vững chắc cho các câu hỏi

như sau: Các thực thể cơ bản tạo thành thế giới là gì? Những thực thể này tương tác với nhau và với các giác quan thế nào? Các câu hỏi nào có thể được hỏi một cách chính đáng về các thực thể như vậy và các kĩ thuật nào được dùng để tìm kiếm các giải pháp? Chí ít trong các khoa học chín muồi, các câu trả lời (hay những cái thay thế đầy đủ cho các câu trả lời) cho các câu hỏi giống thế này được gắn vững chắc trong nhập môn giáo dục chuẩn bị và cấp bằng cho sinh viên để hành nghề. Bởi vì việc giáo dục đó vừa nghiêm ngặt vừa cứng nhắc, các câu trả lời này có ảnh hưởng sâu sắc lên đầu óc khoa học. Rằng chúng có thể có ảnh hưởng vậy góp phần lớn để giải thích cả tính hiệu quả lạ kì của hoạt động nghiên cứu thông thường và chiều hướng nó được tiến hành ở bất kì thời gian cho trước nào. Khi khảo sát khoa học thông thường ở các Mục III, IV, và V, chúng ta sẽ muốn mô tả dứt khoát rằng việc nghiên cứu như là một nỗ lực cố gắng hết sức và tận tâm để buộc tự nhiên vào các hộp quan niệm do giáo dục chuyên nghiệp cung cấp. Đồng thời, chúng ta sẽ tự hỏi liệu việc nghiên cứu có thể tiến hành mà không có các hộp như vậy được không, dù yếu tố tuỳ ý trong nguồn gốc lịch sử của chúng và, đôi khi, trong sự phát triển tiếp của chúng có thế nào.

Thế nhưng có yếu tố tuỳ ý, và cả nó nữa cũng có một tác động quan trọng lên sự phát triển khoa học, mà chúng ta sẽ khảo sát kĩ ở các Mục VI, VII, và VIII. Khoa học thông thường, hoạt động mà trong đó hầu hết các nhà khoa học chắc hẳn dùng hầu hết thời gian của họ, được khẳng định trên giả thiết rằng cộng đồng khoa học biết thế giới giống cái gì. Phần lớn thành công của hoạt động táo bạo bắt nguồn từ sự tự nguyện của cộng đồng để bảo vệ giả thiết đó, nếu cần với cái giá đáng kể. Khoa học thông thường, thí dụ, thường chặn các tính mới căn bản bởi vì chúng tất yếu mang tính lật đổ các cam kết cơ bản của nó. Tuy nhiên, chừng nào các cam kết này vẫn giữ được một yếu tố tuỳ ý, chính bản tính của nghiên cứu thông thường đảm bảo rằng tính mới lạ sẽ không bị chặn quá lâu. Đôi khi một vấn đề bình thường, vấn đề chắc có thể giải được bằng các quy tắc và thủ tục quen biết, lại cưỡng lại sự tấn công dữ dội lặp đi lặp lại của các thành viên có năng lực nhất của nhóm mà vấn đề thuộc về thẩm quyền của họ. Trong các dịp khác một thiết bị được thiết kế và xây dựng cho nghiên cứu bình thường lại không thực hiện theo cách được dự kiến, tiết lộ một dị thường không thể khớp với sự mong đợi chuyên môn, bất chấp các nỗ lực lặp đi lặp lại. Trong các con đường này và các con đường khác nữa, khoa học thông thường lạc lối hết lần này đến lần khác. Và khi nó hoạt động- tức là, khi những người trong nghề không còn có thể lẩn tránh các dị thường lật đổ truyền thống hiện hành của thực hành khoa học được nữa – thì bắt đầu các cuộc khảo sát đặc biệt dẫn những người trong nghề rốt cuộc đến một tập mới của những cam kết, một cơ sở mới cho thực hành khoa học. Các giai đoạn đặc biệt trong đó sự dịch chuyển về các cam kết chuyên nghiệp xảy ra là các giai đoạn được biết đến trong tiểu luận này như các cuộc cách mạng khoa học. Chúng là những phần bổ sung gây đảo lộn truyền thống cho hoạt động gắn với truyền thống của khoa học thông thường.

Các thí dụ hiển nhiên nhất của các cuộc cách mạng khoa học là các giai đoạn trong sự phát triển khoa học mà thường đã được gắn cho cái nhãn cách mạng trước đây. Vì thế, trong các Mục IX và X, nơi bản chất của các cuộc cách mạng khoa học lần đầu tiên được khảo sát tỉ mỉ một cách trực tiếp, chúng ta sẽ đề cập lặp đi lặp lại đến các điểm ngoặt chính trong sự phát triển khoa học gắn với tên tuổi của Copernicus, Newton, Lavoisier, và Einstein. Sáng tỏ hơn hầu hết các giai đoạn khác trong lịch sử chí ít của các khoa học vật lí, các giai đoạn này để lộ ra cái mà mọi cuộc cách mạng khoa học đều có. Mỗi trong số chúng đòi cộng đồng phải loại bỏ một lí thuyết khoa học đã đi vào truyền thống để ủng hộ một lí thuyết khác không tương thích với nó. Mỗi trong số chúng tạo ra một sự dịch chuyển tiếp theo về các vấn đề có giá trị cho khảo sát khoa học kĩ lưỡng và về các tiêu chuẩn theo đó giới khoa học xác định cái gì được coi như một vấn đề có thể chấp nhận hay như một vấn đề-giải pháp chính đáng. Và mỗi trong số chúng đã làm biến đổi trí tưởng tượng khoa học theo những cách mà cuối cùng chúng ta cần để mô tả như một sự biến đổi của thế giới trong đó công việc khoa học được thực hiện. Những thay đổi như vậy, cùng với các tranh cãi hầu như luôn luôn đi cùng với chúng, là các đặc trưng định nghĩa của các cuộc cách mạng khoa học.

Các đặc trưng này nổi lên với sự sáng tỏ đặc biệt từ một nghiên cứu, thí dụ, về cách mạng Newtonian hay cách mạng hoá học.

Tuy vậy, một luận điểm căn bản của tiểu luận này là, chúng cũng có thể được tìm lại từ nghiên cứu của nhiều giai đoạn khác không hiển nhiên cách mạng như thế. Đối với một nhóm chuyên nghiệp nhỏ hơn nhiều bị ảnh hưởng bởi các phương trình Maxwell thì chúng cũng cách mạng như các phương trình của Einstein, và chúng cũng bị cưỡng lại một cách tương ứng. Thường xuyên, và một cách thích đáng, sự phát minh ra các lí thuyết mới khác gây ra cùng phản ứng từ một số chuyên gia mà chúng đụng chạm đến lĩnh vực hiểu biết chuyên sâu của họ. Đối với những người này lí thuyết mới hàm ý một sự thay đổi về các qui tắc chi phối thực hành trước đây của khoa học thông thường. Vì thế, chắc hẳn nó làm mất uy tín nhiều công trình khoa học mà họ đã hoàn tất một cách thành công. Đó là vì sao một lí thuyết mới, cho dù dải ứng dụng của nó có đặc biệt thế nào, hiếm khi hoặc chẳng bao giờ chỉ là một sự tăng thêm vào cái đã được biết rồi. Sự tiêu hoá nó đòi hỏi việc xây dựng lại lí thuyết trước đó và đánh giá lại sự thực trước, một quá trình về thực chất mang tính cách mạng hiếm khi được hoàn tất bởi duy nhất một người và chẳng bao giờ trong một sớm một chiều. Không ngạc nhiên là các sử gia đã có khó khăn về định niên đại một cách chính xác quá trình kéo dài này mà từ vựng của họ buộc họ coi nó như một sự kiện biệt lập. Các phát minh ra lí thuyết mới cũng chẳng phải là các sự kiện duy nhất có tác động cách mạng lên các chuyên gia mà trong lĩnh vực của họ chúng xảy ra. Các cam kết chi phối khoa học thông thường định rõ không chỉ các loại thực thể nào được chứa trong vũ trụ, mà, bằng ẩn ý, cả những thứ không được chứa trong đó. Suy ra, tuy điểm này sẽ cần thảo luận rộng hơn, rằng một sự khám phá như sự phát hiện ra oxy hay X-quang không đơn giản đưa thêm một thứ nữa vào dân cư của thế giới của nhà khoa học. Cuối cùng nó có ảnh hưởng đó, song không trước khi cộng đồng chuyên nghiệp đã đánh giá lại các thủ tục thí nghiệm truyền thống, đã thay đổi quan niệm về các thực thể mà nó đã quen biết từ lâu, và trong quá trình, đã chuyển mạng lưới lí thuyết qua đó nó đề cập đến thế giới. Sự thực và lí thuyết khoa học là không thể tách rời một cách dứt khoát, trừ có lẽ trong phạm vi của một truyền thống duy nhất của thực hành khoa học thông thường. Đó là vì sao sự khám phá bất ngờ không đơn giản [chỉ] có tính thực sự trong nội dung của nó và vì sao các tính mới lạ cơ bản hoặc của sự thực hay của lí thuyết đã làm biến đổi thế giới của nhà khoa học về chất cũng như làm nó giàu thêm về lượng.

Quan niệm được mở rộng này về bản chất của các cuộc cách mạng khoa học là quan niệm được phác hoạ ra trong các trang tiếp theo. Phải thừa nhận sự mở rộng vi phạm cách sử dụng thường lệ. Tuy nhiên, tôi sẽ tiếp tục nói thậm chí về các khám phá như cách mạng, bởi vì nó đúng là khả năng về liên hệ cấu trúc của chúng với cấu trúc của, thí dụ, cách mạng Copernican cái làm cho quan niệm mở rộng có vẻ quan trọng đến vậy với tôi. Thảo luận ở trước cho biết các khái niệm bổ sung của khoa học thông thường và của các cách mạng khoa học sẽ được trình bày ra sao trong chín mục tiếp ngay sau đây. Phần còn lại của tiểu luận thử dàn xếp ba vấn đề chính còn lại. Mục XI, bằng thảo luận truyền thống sách giáo khoa, xem xét vì sao trước đây lại khó thấy các cuộc cách mạng khoa học đến vậy. Mục XII mô tả sự cạnh tranh cách mạng giữa những người đề xuất truyền thống khoa học thông thường cũ và những người ủng hộ truyền thống mới. Nó như thế xem xét quá trình, cái bằng cách nào đó, trong một lí thuyết về thẩm tra khoa học, phải thay cho các thủ tục xác nhận hay chứng minh là sai được bức tranh thông thường của chúng ta về khoa học làm cho quen thuộc. Sự cạnh tranh giữa các mảng của cộng đồng khoa học là quá trình lịch sử duy nhất từng thực sự mang lại kết quả về sự bác bỏ một lí thuyết trước đây đã được chấp nhận hay về sự chấp nhận một lí thuyết khác. Cuối cùng, Mục XIII sẽ hỏi làm sao sự phát triển thông qua các cuộc cách mạng có thể tương thích với đặc tính hình như duy nhất của tiến bộ khoa học. Tuy vậy, cho câu hỏi đó tiểu luận này sẽ không cung cấp nhiều hơn những phác thảo chính của một câu trả lời, câu trả lời phụ thuộc vào các đặc trưng của cộng đồng khoa học một việc đòi hỏi thêm nhiều khai phá và nghiên cứu.

Không nghi ngờ gì, một số bạn đọc đã muốn biết rồi liệu sự nghiên cứu lịch sử có lẽ có thể có tác động hay không đến loại chuyển biến quan niệm được nhắm tới ở đây. Toàn bộ kho phương tiện của những sự phân đôi [dichotomy] là sẵn có để gợi ý rằng nó không thể làm vậy một cách thích hợp. Sử học, chúng ta nói quá thường xuyên, là một bộ môn mô tả thuần tuý. Các luận đề được gợi ý ở trên, tuy vậy, thường mang

tính diễn giải và đôi khi chuẩn tắc. Lại lần nữa, nhiều trong các khái quát hoá của tôi là về xã hội học hay về tâm lí học xã hội của các nhà khoa học; thế nhưng chí ít một vài kết luận của tôi theo truyền thống thuộc về logic học hay nhận thức luận. Trong đoạn văn trên tôi thậm chí có vẻ đã vi phạm sự phân biệt đương thời rất có ảnh hưởng giữa "ngữ cảnh khám phá" và "ngữ cảnh biện hộ". Có thể có bất cứ thứ gì nhiều hơn sự lẫn lộn sâu thẳm được biểu lộ bằng sự trộn lẫn này của các lĩnh vực và mối quan tâm khác nhau hay không?

Sau khi đã cai dần những sự phân biệt này về mặt trí tuệ và các thứ khác giống chúng, tôi hầu như không thể ý thức hơn được về ảnh hưởng và sức mạnh của chúng. Đã nhiều năm tôi coi là chúng quan tâm đến bản chất của tri thức, và tôi vẫn cho rằng, viết lại một cách thích hợp, chúng có cái gì đó quan trọng để nói cho chúng ta. Thế mà các nỗ lực của tôi để áp dụng chúng, thậm chí *grosso modo* [*đại thể*], cho các tình huống thực tế trong đó tri thức được thu nhận, được chấp nhận, và được tiêu hoá đã làm cho chúng có vẻ cực kì khó giải quyết. Thay vì là những phân biệt logic hay phương pháp luận sơ đẳng, những cái như thế sẽ là có trước phân tích về tri thức khoa học, bây giờ có vẻ chúng là những phần không thể tách rời của một tập truyền thống của các câu trả lời cho chính các câu hỏi mà trên đó chúng được triển khai. Tính vòng vo đó không hề làm chúng mất hiệu lực. Nhưng nó khiến chúng thành các phần của một lí thuyết, và bằng cách làm thế, bắt chúng phải chịu cùng sự khảo sát kĩ lưỡng được áp dụng cho các lí thuyết trong các lĩnh vực khác. Nếu chúng phải có nhiều hơn sự trừu tượng hoá thuần tuý như là nội dung của chúng, thì nội dung đó phải được khám phá ra bằng cách quan sát chúng trong áp dụng đối với dữ liệu mà chúng muốn làm sáng tỏ. Làm thế nào lịch sử khoa học có thể không là một nguồn của các hiện tượng mà các lí thuyết về tri thức có thể được yêu cầu một cách thích đáng để áp dụng vào?

II. Con đường đến Khoa học Thông thường

Trong tiểu luận này, 'khoa học thông thường – normal science" có nghĩa là nghiên cứu dựa một cách vững chắc vào một hay nhiều thành tựu khoa học quá khứ, các thành tựu mà cộng đồng khoa học cá biệt nào đó công nhận trong một thời kì như tạo thành nền tảng cho sự thực hành hơn nữa của nó. Ngày nay các thành tựu như vậy được các sách giáo khoa khoa học, sơ đẳng hay cao cấp, thuật lại chi tiết, tuy hiếm khi ở dạng gốc của chúng. Các sách giáo khoa này trình bày chi tiết lí thuyết được chấp nhận, minh hoạ nhiều hay tất cả các ứng dụng thành công của nó, và so sánh các ứng dụng này với các quan sát và thí nghiệm dẫn chứng. Trước khi các sách giáo khoa như vậy trở nên phổ biến ban đầu ở thế kỉ mười chín (và cho đến thậm chí mới đây ở các khoa học mới chín muồi), nhiều trong số các kinh điển nổi tiếng đã thực hiện một chức năng tương tự. *Physica* của Aristotle, *Almagest* của Ptolemy, *Principia* và *Opticks* của Newton, *Electricity* của Franklin, *Chemistry* của Lavoisier, và *Geology* của Lyell – các sách kinh điển này và nhiều tác phẩm khác trong một thời gian đã được dùng một cách ngầm định để xác định các vấn đề và phương pháp chính đáng của một lĩnh vực nghiên cứu cho các thế hệ kế tiếp nhau của những người thực hành. Chúng đã có khả năng làm vậy bởi vì chúng chia sẻ hai đặc trưng cốt yếu. Thành tựu của họ là chưa từng có một cách thoả đáng để thu hút một nhóm bền lâu những người ủng hộ khỏi các phương thức hoạt động khoa học cạnh tranh. Đồng thời, nó đủ mở để cho phép mọi loại vấn đề để cho nhóm được xác định lại của những người thực hành giải quyết.

Các thành tựu chia sẻ hai đặc trưng này từ nay về sau tôi sẽ nhắc đến như 'khung mẫu-paradigm', một thuật ngữ có quan hệ mật thiết với 'khoa học thông thường'. Bằng chọn thuật ngữ đó, tôi muốn gợi ý rằng một số thí dụ được chấp nhận của thực hành khoa học thực sự – các thí dụ bao gồm qui luật, lí thuyết, ứng dụng, và sự trang bị dụng cụ cùng với nhau – tạo ra các mô hình từ đó xuất hiện các truyền thống cố kết cá biệt về nghiên cứu khoa học. Đấy là các truyền thống mà các sử gia mô tả dưới các đề mục như 'thiên văn học Ptolemaic' (hay 'Corpernican'), 'động học Aristotlian' (hay 'Newtonian'), 'quang học hạt' (hay 'quang học sóng'), và v.v. Nghiên cứu các khung mẫu, kể cả nhiều khung mẫu chuyên biệt hơn các khung mẫu được nêu minh hoạ ở trên, là công việc chuẩn bị chủ yếu cho sinh viên để làm thành viên của cộng đồng khoa học cá biệt mà muộn hơn anh ta sẽ hành nghề với. Bởi vì ở đó anh ta đến với những người đã học những cơ sở của lĩnh vực của họ từ cùng các mô hình cụ thể, việc thực hành kế tiếp của anh ta sẽ hiếm khi gây ra bất đồng công khai với những nguyên tắc cơ bản. Những người mà nghiên cứu của họ dựa trên các khung mẫu dùng chung đều cam kết với cùng các quy tắc và tiêu chuẩn hành nghề khoa học. Sự cam kết đó và sự đồng thuận bề ngoài mà nó tạo ra là các điều kiện tiên quyết cho khoa học thông thường, tức là, cho sự hình thành và tiếp tục của một truyền thống nghiên cứu cá biệt.

Bởi vì trong tiểu luận này khái niệm về một khung mẫu sẽ thường thay cho đủ loại khái niệm quen thuộc, cần nói nhiều hơn về các lí do để đưa nó vào. Vì sao thành tựu khoa học cụ thể, như vị trí (locus) của cam kết chuyên nghiệp, lại là trước [trên] các khái niệm khác nhau, các qui luật, các lí thuyết, và các quan điểm có thể được trừu tượng hoá từ nó? Theo nghĩa nào mà khung mẫu chung là một đơn vị cơ bản cho nhà nghiên cứu sự phát triển khoa học, một đơn vị không thể hoàn toàn qui giản về các thành phần nguyên tử logic có thể hoạt động thay cho nó? Khi chúng ta đối mặt với chúng ở Mục V, các câu trả lời cho những câu hỏi này và các câu hỏi giống chúng sẽ tạo cơ sở cho một sự hiểu biết cả về khoa học thông thường lẫn về khái niệm liên quan về khung mẫu. Thảo luận trừu tượng hơn đó sẽ phụ thuộc, tuy vậy, vào một sự phơi bày trước của các thí dụ về khoa học thông thường hay về các khung mẫu đang hoạt động. Đặc biệt, cả hai khái niệm có liên quan này sẽ được làm rõ bằng lưu ý rằng có thể có loại nghiên cứu khoa học mà không có các khung mẫu, hay chí ít không đến nỗi rõ ràng và trói buộc đến thế như các khung mẫu được nói tới ở trên. Việc đạt được một khung mẫu và loại nghiên cứu bí truyền hơn mà nó cho phép là một dấu hiệu về sự trưởng thành trong sự phát triển của bất cứ lĩnh vực khoa học cho trước nào.

Nếu nhà sử học lần vết tri thức khoa học của bất cứ nhóm được chọn nào của các hiện tượng liên quan theo ngược dòng thời gian, anh ta chắc bắt gặp biến thể nhỏ nào đấy của một hình mẫu được minh hoạ ở

đây từ lịch sử của vật lí quang học. Các sách giáo khoa ngày nay nói cho sinh viên rằng ánh sáng là các photon, tức là, các thực thể cơ học lượng tử biểu lộ một số tính chất sóng và một số tính chất hạt. Nghiên cứu tiến hành một cách phù hợp, hay đúng hơn theo mô tả đặc trưng toán học và công phu hơn mà từ đó sự phát biểu bằng lời này được suy ra. Mô tả đặc trưng đó về ánh sáng, tuy vậy, chỉ vừa mới cỡ nửa thế kỉ. Trước khi nó được Planck, Einstein, và những người khác trong thế kỉ này phát triển, các sách giáo khoa vật lí đã dạy rằng ánh sáng là chuyển động sóng ngang, một khái niệm có gốc rễ trong một khung mẫu xuất xứ cuối cùng từ các tác phẩm quang học của Young và Fresnel vào đầu thế kỉ mười chín. Lí thuyết sóng đầu tiên cũng đã chẳng được hầu hết các nhà thực hành khoa học quang học o bế. Suốt thế kỉ mười tám *Opticks* của Newton đã cung cấp khung mẫu cho lĩnh vực này, nó dạy rằng ánh sáng là các hạt vật chất. Lúc đó các nhà vật lí đã tìm kiếm, vì các nhà lí thuyết sóng ban đầu đã không thấy, bằng chứng về áp suất do các hạt ánh sáng va chạm vào các vật thể rắn.[5]

Những sự biến đổi này về các khung mẫu của quang học vật lí là các cuộc cách mạng khoa học, và sự chuyển đổi kế tiếp từ một khung mẫu sang khung mẫu khác thông qua cách mạng là hình mẫu phát triển thông thường của khoa học trưởng thành. Tuy vậy, nó không là hình mẫu đặc trưng của giai đoạn trước công trình của Newton, và đó là sự tương phản mà chúng ta quan tâm ở đây. Không có giai đoạn nào giữa thời cổ xa xưa và cuối thế kỉ mười bảy biểu lộ một quan điểm được chấp nhận rộng rãi duy nhất về bản tính của ánh sáng. Thay vào đó đã có một số các trường phái và các trường phái phụ cạnh tranh nhau, hầu hết tán thành một biến thể hay biến thể khác của lí thuyết Epicurean, Aristotlean, hay Platonic. Một nhóm coi ánh sáng là các hạt phát ra từ các vật thể vật chất; với nhóm khác nó là một sự thay đổi của môi trường giữa vật thể và mắt; còn nhóm khác thì giải thích ánh sáng bằng một tương tác của môi trường với một cái phát ra từ mắt; và ngoài ra đã có những sự kết hợp và sửa đổi khác. Mỗi trường phái tương ứng tìm thấy sức mạnh từ quan hệ của nó đối với siêu hình học cá biệt nào đó, và mỗi trường phái nhấn mạnh, như các quan sát mang tính khung mẫu, cụm cá biệt của các hiện tượng mà lí thuyết riêng của nó có thể giải thích nhiều nhất. Các quan sát khác được xử lí bằng những việc thảo tỉ mỉ chi tiết ad hoc [đặc biệt], hoặc chúng còn lại như các vấn đề chưa được giải quyết để cho nghiên cứu tiếp.[6]

Vào những thời kì khác nhau tất cả các trường phái này đã có các đóng góp quan trọng cho nhiều khái niệm, hiện tượng, và kĩ thuật mà từ đó Newton đã rút ra khung mẫu đầu tiên được chấp nhận gần như đồng đều cho quang học vật lí. Bất cứ định nghĩa nào về nhà khoa học, định nghĩa loại trừ chí ít các thành viên sáng tạo hơn của các trường phái khác nhau này, sẽ loại trừ cả những người nối nghiệp hiện đại của họ nữa. Những người đó đã là các nhà khoa học. Thế nhưng bất cứ ai khảo sát một tổng quan về quang học vật lí trước Newton chắc có thể kết luận rằng, tuy những người thực hành của lĩnh vực đã là các nhà khoa học, kết quả thực của hoạt động của họ đã là cái gì đó ít hơn khoa học. Do có khả năng coi không khối lòng tin nào là dĩ nhiên, mỗi tác giả về quang học vật lí cảm thấy buộc phải xây dựng lĩnh vực của mình một lần nữa từ nền tảng. Bằng cách làm vậy, sự lựa chọn của ông ta về quan sát và thí nghiệm hỗ trợ là tương đối tự do, vì đã không có tập chuẩn nào của các phương pháp hay các hiện tượng mà mỗi tác giả về quang học cảm thấy buộc phải áp dụng và giải thích. Trong các hoàn cảnh như vậy, đối thoại của các sách được sinh ra thường hướng cũng nhiều đến các thành viên của các trường phái khác như đến tự nhiên. Hình mẫu này không phải là xa lạ trong một số lĩnh vực sáng tạo ngày nay, nó cũng chẳng không tương thích với các phát minh và sáng chế quan trọng. Tuy vậy, nó không là hình mẫu về sự phát triển mà quang học vật lí đã kiếm được sau Newton và các khoa học tự nhiên khác làm cho quen thuộc hiện nay.

Lịch sử nghiên cứu điện trong nửa đầu thế kỉ mười tám cho một thí dụ cụ thể hơn và được biết đến nhiều hơn về cách một khoa học phát triển trước khi nó có được khung mẫu được thừa nhận phổ quát. Trong giai đoạn đó hầu như đã có nhiều quan điểm về bản tính của điện như số các nhà thực nghiệm quan trọng về điện, những người như Hauksbee, Gray, Dasaguliers, Du Fay, Nollett, Watson, Franklin, và những người khác. Tất cả rất nhiều khái niệm của họ về điện có cái gì đó chung – chúng một phần bắt nguồn từ một phiên bản hay phiên bản khác của triết học cơ-hạt đã hướng dẫn mọi nghiên cứu khoa học của thời đó.

Ngoài ra, tất cả đều là các thành phần của các lí thuyết khoa học thật, của các lí thuyết đã được rút ra một phần từ thí nghiệm và quan sát và một phần đã xác định sự lựa chọn và diễn giải của các vấn đề thêm được đưa vào nghiên cứu. Thế mà tuy tất cả các thí nghiệm đều là về điện và tuy hầu hết các nhà thực nghiệm có đọc các công trình của nhau, các lí thuyết của họ không nhiều hơn một nét giống nhau trong gia đình.[7]

Một nhóm ban đầu của các lí thuyết, theo thông lệ thế kỉ mười bảy, đã coi sự hút và sinh điện ma sát như các hiện tượng điện cơ bản. Nhóm này đã có khuynh hướng coi sự đẩy như một tác động thứ yếu do loại bật lại cơ học nào đó và hoãn lại càng lâu càng tốt cả việc thảo luận và nghiên cứu có hệ thống về hiệu ứng mới được Gray phát hiện, sự dẫn điện. Các "thợ điện – electrician" (thuật ngữ của chính họ)* khác coi sự hút và sự đẩy là những biểu hiện cơ bản ngang nhau của điện và thay đổi các lí thuyết và nghiên cứu của họ một cách phù hợp. (Thực sự, nhóm này đặc biệt nhỏ – ngay cả lí thuyết của Franklin đã chẳng bao giờ hoàn toàn giải thích sự đẩy lẫn nhau của hai vật được tích điện âm). Song họ cũng đã có nhiều khó khăn như nhóm đầu tiên trong giải thích đồng thời cho bất cứ gì trừ các hiệu ứng dẫn điện đơn giản nhất. Các hiệu ứng đó, tuy vậy, đã tạo điểm xuất phát cho một nhóm thứ ba nữa, nhóm hay nói về điện như một "chất lỏng" có thể chạy qua các vật dẫn hơn là như một "effuvium-xú khí" xông ra từ các vật không dẫn. Nhóm này, đến lượt, lại gặp khó khăn hoà giải lí thuyết của nó với một số hiệu ứng hút và đẩy. Chỉ thông qua công trình của Franklin và những người kế nghiệp trực tiếp của ông mới nảy sinh một lí thuyết có thể được coi là cái gì đó như có đủ năng khiếu để giải thích gần như toàn bộ các hiệu ứng này và vì thế có thể và đã tạo cho thế hệ kế tiếp của các "thợ điện" một khung mẫu chung cho nghiên cứu.

Trừ các lĩnh vực, như toán học và thiên văn học, mà các khung mẫu vững chắc đầu tiên có niên đại từ thời tiền sử và các lĩnh vực, như sinh hoá học, nảy sinh bởi phân chia và tái kết hợp của các chuyên ngành đã trưởng thành rồi, các tình trạng vừa được phác hoạ ở trên là điển hình về mặt lịch sử. Mặc dù nó dính đến việc tôi tiếp tục dùng sự đơn giản hoá đáng tiếc gắn một thời kì lịch sử kéo dài với một cái tên duy nhất và được chọn hơi tuỳ ý (thí dụ, Newton hay Franklin), tôi gợi ý rằng các bất đồng cơ bản tương tự đã đặc trưng, thí dụ, cho nghiên cứu về chuyển động trước Aristotle và tĩnh học trước Archimedes, nghiên cứu về nhiệt trước Black, về hoá học trước Boyle và Boerhaave, và về địa chất học lịch sử trước Hutton. Trong các phần của sinh học – nghiên cứu di truyền, chẳng hạn – các khung mẫu được thừa nhận phổ quát vẫn là mới đây; và vẫn còn một câu hỏi bỏ ngỏ những phần nào của khoa học xã hội đã hề có được các khung mẫu như vậy chăng. Lịch sử gợi ý rằng con đường tới một sự đồng thuận nghiên cứu là cực kì khó khăn.

Tuy vậy, lịch sử cũng gợi ý một số lí do cho những khó khăn gặp phải trên con đường đó. Thiếu một khung mẫu hay ứng viên nào đấy cho khung mẫu, tất cả các sự thực có lẽ có thể gắn liền với sự phát triển của một khoa học cho trước chắc có vẻ là thích đáng ngang nhau. Kết quả là, sự thu thập sự thực ban đầu là hoạt động gần như hoàn toàn ngẫu nhiên hơn là sự thu thập sự thực mà sự phát triển khoa học tiếp theo làm cho quen thuộc. Hơn nữa, thiếu một lí do để tìm kiếm dạng cá biệt nào đó của thông tin khó hiểu hơn, việc tìm kiếm sự thực ban đầu thường được giới hạn ở sự phong phú của dữ liệu đã có sẵn rồi. Đống sự thực được sinh như vậy chứa các sự kiện có thể tiếp cận được cho quan sát nhân quả và thí nghiệm cùng với một số dữ liệu bí truyền hơn từ các nghề đã được xác lập như làm thuốc, làm lịch, và luyện kim. Bởi vì các nghề thủ công là một nguồn có thể tiếp cận được dễ dàng về các sự thực những cái đã không được khám phá ra một cách nhân quả, công nghệ thường đã đóng một vai trò sống còn trong sự nổi lên của các khoa học mới.

Nhưng mặc dù loại thu lượm sự thực này đã là thiết yếu cho nguồn gốc của nhiều khoa học quan trọng, bất cứ ai xem xét, thí dụ, các tác phẩm bách khoa của Pliny hay các lịch sử tự nhiên Baconian của thế kỉ mười bảy sẽ phát hiện ra rằng nó tạo ra một bãi lầy. Người ta với lí do nào đó lưỡng lự đi gọi tác phẩm sinh ra như vậy là khoa học. Các 'lịch sử' Baconian về nhiệt, màu, gió, khai mỏ, và v.v., được chất đầy thông tin, một số ít ai hiểu. Nhưng chúng xếp kề nhau các sự thực mà muộn hơn tỏ ra bộc lộ (thí dụ, làm nóng bằng pha trộn) với những cái khác (thí dụ, sự ấm của phân thú vật) sẽ vẫn còn quá phức tạp trong một

thời gian nữa để được tích hợp chút nào với lí thuyết.[8] Ngoài ra, vì bất cứ mô tả nào hẳn đều là một phần, sử học tự nhiên điển hình thường bỏ sót trong các tường thuật vô cùng chi tiết của nó đúng những chi tiết mà các nhà khoa học muộn hơn sẽ tìm thấy các nguồn làm sáng tỏ quan trọng. Hầu như chẳng lịch sử nào trong các 'lịch sử' về điện, chẳng hạn, lại nói đến rằng rơm rác, bị hút vào que thuỷ tinh được chà xát, lại nảy lên. Hiệu ứng này có vẻ như cơ học, chứ không phải điện.[9] Hơn nữa, vì người thu thập sự thực tình cờ hiếm khi có thời gian hay các công cụ để là phê phán, các lịch sử tự nhiên thường để cạnh nhau các mô tả giống như ở trên với những cái khác, thí dụ, làm nóng bằng làm lạnh (hay bằng antiperistasis), mà bây giờ chúng ta hoàn toàn không có khả năng xác nhận.[10] Chỉ rất thi thoảng, như trường hợp của tĩnh học, động học, và quang học hình học cổ xưa, các sự thực được thu thập với ít sự hướng dẫn như vậy từ lí thuyết đã được xác lập trước mới nói đủ rõ để cho phép sự nổi lên của khung mẫu đầu tiên.

Tình hình này là cái tạo ra các trường phái đặc trưng của các giai đoạn ban đầu của sự phát triển khoa học. Không lịch sử tự nhiên nào có thể được diễn giải khi thiếu ít nhất nhóm ngầm định nào đó của lòng tin lí thuyết và phương pháp luận đan xen nhau cho phép lựa chọn, đánh giá, và phê phán. Nếu nhóm lòng tin đó không tiềm ẩn rồi trong việc thu thập các sự thực – trong trường hợp đó ta có nhiều hơn "các sự thực đơn thuần" – nó phải được cung cấp từ bên ngoài, có lẽ bởi siêu hình học hiện hành, bởi khoa học khác, hay bởi sự tình cờ cá nhân hay lịch sử. Không ngạc nhiên rằng, khi đó, trong các giai đoạn ban đầu phát triển của bất cứ khoa học nào những người khác nhau đối mặt với cùng dải các hiện tượng, nhưng thường không hoàn toàn cùng các hiện tượng cá biệt, mô tả và diễn giải chúng theo các cách khác nhau. Cái gây ngạc nhiên, và có lẽ cũng độc nhất về mức độ của nó đối với lĩnh vực chúng ta gọi là khoa học, là các sự khác biệt ban đầu như vậy phải mãi biến mất trên qui mô lớn.

Vì chúng có biến đi ở mức độ đáng kể và rồi hình như biến đi dứt khoát. Hơn nữa, sự biến đi của chúng thường do thắng lợi của một trong các trường phái tiền-khung mẫu gây ra, trường phái, bởi vì các lòng tin và nhận thức trước của riêng nó, đã chỉ nhấn mạnh phần đặc biệt nào đó của đống thông tin quá lớn và lộn xộn. Các thợ điện đó, những người nghĩ điện là một chất lỏng và vì thế đã nhấn mạnh đặc biệt đến sự dẫn, cho một thí dụ thích đáng tuyệt vời. Được hướng dẫn bởi lòng tin này, cái chắc không thể đối phó với vô số các hiệu ứng hút và đẩy được biết đến, nhiều người trong số họ đã nghĩ đến ý tưởng đóng chai chất lỏng điện. Kết quả trực tiếp của các nỗ lực của họ là bình Leyden, một công cụ có thể chẳng bao giờ được tìm ra bởi một người khai phá tự nhiên tình cờ hay ngẫu nhiên, nhưng thực ra nó được phát triển độc lập bởi ít nhất hai nhà khảo sát vào đầu các năm 1740.[11] Hầu như ngay từ đầu các nghiên cứu điện của mình, Franklin đã đặc biệt quan tâm đến giải thích cái lạ kì và, nếu điều đó xảy ra, đặc biệt bộc lộ của thiết bị đặc biệt này. Thành công của ông để làm vậy đã tạo các lí lẽ hữu hiệu nhất làm cho lí thuyết của ông là một khung mẫu, tuy là lí thuyết vẫn chưa có khả năng giải thích hầu hết mọi trường hợp được biết về sự đẩy điện.[12] Để được chấp nhận như một khung mẫu, một lí thuyết phải có vẻ tốt hơn các đối thủ cạnh tranh của nó, nhưng nó không cần và thực ra chẳng bao giờ giải thích mọi sự thực mà nó có thể đối diện.

Cái mà lí thuyết lỏng về điện đã làm cho nhóm phụ đã tin vào nó, là khung mẫu Franklinian muộn hơn đã làm cho cả nhóm thợ điện. Nó gợi ý bõ công thực hiện các thí nghiệm nào và không nên thực hiện các thí nghiệm nào vì chúng hướng tới các biểu hiện thứ cấp hay quá phức tạp của điện. Chỉ khung mẫu mới làm cho công việc hữu hiệu hơn nhiều, một phần vì sự kết thúc của tranh luận giữa các trường phái đã chấm dứt sự lặp đi lặp lại liên tục của các nguyên tắc cơ bản và một phần vì sự tin tưởng rằng họ đã đi đúng hướng đã khích lệ các nhà khoa học đảm nhiệm các loại công việc chính xác, bí truyền, và ám ảnh hơn.[13] Thoát khỏi nỗi lo âu về bất cứ và mọi hiện tượng điện, nhóm được thống nhất đã có thể theo đuổi các hiện tượng chọn lọc một cách chi tiết hơn nhiều, thiết kế thiết bị đặc biệt hơn nhiều cho công việc và dùng nó ngoan cường hơn và có hệ thống hơn các thợ điện đã từng làm trước đó. Cả sự thu thập sự thực và trình bày rõ lí thuyết đã trở thành các hoạt động có định hướng cao. Tính hiệu quả và năng suất của nghiên cứu điện đã tăng lên tương ứng, cung cấp bằng chứng cho một phiên bản xã hội của châm ngôn phương pháp luận sắc sảo của Francis Bacon: "Chân lí nổi lên dễ dàng từ sai lầm hơn là từ sự lẫn lộn".[14]

Chúng ta sẽ khảo sát bản tính của việc nghiên cứu có định hướng cao này, hay dựa vào khung mẫu, ở mục tiếp, nhưng đầu tiên phải lưu ý ngắn gọn sự nổi lên của một khung mẫu ảnh hưởng ra sao đến cấu trúc của nhóm thực hành lĩnh vực ấy. Trong sự phát triển của một khoa học tự nhiên, khi một cá nhân hay nhóm đầu tiên tạo ra một sự tổng hợp có khả năng thu hút hầu hết thế hệ tiếp theo của những người thực hành, thì các trường phái cũ dần dần biến mất. Một phần sự biến mất của chúng là do các thành viên của chúng chuyển sang khung mẫu mới. Nhưng luôn luôn có ai đó vẫn bám vào một quan điểm hay quan điểm khác trong số các quan điểm cũ, và họ đơn giản bị đuổi ra khỏi giới, giới chuyên môn vì thế bỏ qua công trình của họ. Khung mẫu mới ngụ ý một định nghĩa mới và khắt khe hơn về lĩnh vực. Những người không muốn hay không thể thích nghi công việc của mình với nó phải tiến hành trong sự cô lập hay gắn mình với nhóm khác nào đó.[15] Về mặt lịch sử, họ thường đơn giản ở lại trong các bộ môn triết học từ đó có biết bao nhiêu khoa học đặc biệt đã được sinh ra. Như các chỉ báo này ám chỉ, đôi khi chính sự chấp nhận một khung mẫu là cái biến đổi một nhóm trước đây chỉ quan tâm đến nghiên cứu tự nhiên trở thành một nghề hay, chí ít, một môn học. Trong các khoa học (tuy không trong các lĩnh vực như y học, công nghệ, và luật, mà *raison d'être* [lí do tồn tại] chính của chúng là là một nhu cầu xã hội bên ngoài), sự hình thành của các tạp chí chuyên ngành, sự thành lập các hiệp hội chuyên gia, và sự đòi hỏi có một chỗ đặc biệt trong chương trình giảng dạy thường được kết hợp với sự chấp nhận đầu tiên của nhóm đối với một khung mẫu duy nhất. Chí ít đó là trường hợp giữa thời kì, một thế kỉ rưỡi trước đây, khi hình mẫu thể chế về chuyên môn hoá khoa học đầu tiên được phát triển và thời gian mới gần đây khi đồ lề của sự chuyên môn hoá có được uy tín riêng của chúng.

Định nghĩa khắt khe hơn về nhóm khoa học có các hậu quả khác. Khi cá nhân nhà khoa học có thể coi một khung mẫu là dĩ nhiên, anh ta không còn cần, trong các công việc chính của mình, thử xây dựng lĩnh vực của mình một lần nữa, xuất phát từ các nguyên lí đầu tiên và biện hộ cho việc dùng từng khái niệm được đưa vào. Việc đó có thể được để cho các tác giả của các sách giáo khoa. Cho trước một sách giáo khoa, tuy vậy, nhà khoa học sáng tạo có thể bắt đầu nghiên cứu của mình nơi nó ngừng lại và như thế tập trung chỉ riêng vào các khía cạnh tinh tế nhất và bí truyền nhất của các hiện tượng tự nhiên liên quan tới nhóm anh ta. Và khi anh ta làm thế, các thông cáo nghiên cứu của anh ta sẽ bắt đầu thay đổi theo các cách mà sự tiến hoá của chúng chỉ được nghiên cứu quá ít nhưng các sản phẩm cuối cùng hiện đại của chúng là hiển nhiên với mọi người và ngột ngạt với nhiều người. Các nghiên cứu của anh ta sẽ không còn được biểu hiện trong các sách, như *Các thí nghiệm … về Điện* của Franklin hay *Nguồn gốc các Loài* của Darwin, nhắm tới bất cứ ai người có thể quan tâm đến nội dung chủ đề của lĩnh vực. Thay vào đó chúng thường xuất hiện như các bài báo ngắn chỉ nhắm tới các đồng nghiệp trong nghề, những người mà hiểu biết của họ về khung mẫu chung có thể được giả sử và những người tỏ ra là những người duy nhất có khả năng đọc các bài báo nhắm tới họ.

Ngày nay trong các khoa học, các sách thường hoặc là sách giáo khoa hay những suy ngẫm nhìn lại quá khứ về một khía cạnh hay khía cạnh khác của đời sống khoa học. Nhà khoa học viết một cuốn sách rất có thể thấy uy tín chuyên môn của mình bị sút kém hơn là được nâng cao. Chỉ trong các giai đoạn sớm hơn, trước-khung mẫu, của sự phát triển của các khoa học khác nhau thì sách nói chung mới có cùng quan hệ với thành tựu chuyên môn, quan hệ vẫn còn giữ được ở các lĩnh vực sáng tạo khác. Và chỉ ở các lĩnh vực vẫn giữ được sách, có hay không có bài báo, với tư cách một phương tiện truyền bá cho truyền thông nghiên cứu, thì các ngành chuyên môn vẫn được thảo ra lỏng lẻo đến mức dân thường có thể hi vọng theo được sự tiến bộ bằng đọc các báo cáo gốc của những người hành nghề. Cả trong toán học lẫn thiên văn học, các báo cáo nghiên cứu ở thời cổ xưa đã không còn dễ hiểu đối với bạn đọc có trình độ giáo dục phổ thông rồi. Trong động học, nghiên cứu đã trở nên bí truyền tương tự ở cuối Thời Trung cổ, và nó lấy lại được tính dễ hiểu nói chung chỉ ngắn ở đầu thế kỉ mười bảy khi một khung mẫu mới thay thế khung mẫu đã hướng dẫn nghiên cứu thời trung cổ. Nghiên cứu điện bắt đầu đòi hỏi việc dịch cho người dân thường trước cuối thế kỉ mười tám, và hầu hết các lĩnh vực khác của khoa học vật lí đã không còn có thể tiếp cận được nói chung

trong thế kỉ mười chín. Trong cùng hai thế kỉ các bước quá độ tương tự có thể được cô lập ở các phần khác nhau của các khoa học sinh học. Trong các phần của các khoa học xã hội chúng có thể đang xảy ra ngày nay. Mặc dù đã trở thành thói quen, và chắc chắn đúng, để phàn nàn về hố sâu ngày càng rộng ngăn cách nhà khoa học chuyên nghiệp khỏi các đồng nghiệp ở các lĩnh vực khác, đã chú ý quá ít tới mối quan hệ cốt yếu giữa hố sâu đó và cơ chế nội tại cho tiến bộ khoa học.

Suốt từ thời cổ tiền sử, lĩnh vực nghiên cứu này sau lĩnh vực khác đã vượt qua sự chia rẽ giữa cái sử gia có thể gọi tiền lịch sử của nó như một khoa học và lịch sử đích thực của nó. Các bước quá độ này tới trưởng thành hiếm khi đột ngột hay dứt khoát đến vậy như thảo luận nhất thiết sơ lược của tôi có thể ngụ ý. Song chúng cũng đã không từ từ về mặt lịch sử, mà bao trùm toàn bộ sự phát triển của các lĩnh vực trong đó chúng xuất hiện. Các tác giả về điện học trong bốn thập niên đầu của thế kỉ mười tám đã có được nhiều thông tin về các hiện tượng điện hơn các tiền bối thế kỉ mười sáu của họ rất nhiều. Trong nửa thế kỉ sau 1740, có ít loại hiện tượng điện mới được đưa thêm vào danh sách của họ. Tuy nhiên, về các khía cạnh quan trọng, các tác phẩm về điện của Cavendish, Coulomb, và Volta trong phần ba cuối của thế kỉ mười tám có vẻ còn xa các tác phẩm của Gray, Du Fay, và thậm chí Franklin hơn so với các tác phẩm của các nhà phát minh điện đầu thế kỉ mười tám xa hơn các tác phẩm của thế kỉ mười sáu.[16] Lúc nào đó giữa 1740 và 1780, các thợ điện đã lần đầu tiên có khả năng coi nền tảng của lĩnh vực của họ là dĩ nhiên. Từ thời điểm đó họ theo đuổi các vấn đề cụ thể và khó hiểu hơn, và rồi ngày càng tăng dần họ báo cáo các kết quả của mình trong các bài báo nhắm tới các thợ điện khác hơn là trong các sách nhắm tới giới có học nói chung. Như một nhóm họ đã đạt cái mà các nhà thiên văn đã đạt được trong thời cổ và các nhà nghiên cứu chuyển động đã đạt được trong thời Trung Cổ, quang học vật lí vào cuối thế kỉ mười bảy, và địa chất học lịch sử ở đầu thế kỉ mười chín. Tức là, họ đã đạt được một khung mẫu tỏ ra có khả năng hướng dẫn việc nghiên cứu của toàn bộ nhóm. Trừ với lợi thế của sự nhận thức muộn, khó để tìm ra tiêu chuẩn khác chỉ ra một lĩnh vực là một khoa học một cách rõ như vậy.

III. Bản chất của Khoa học Thông thường

Thế thì cái gì là bản tính của việc nghiên cứu chuyên nghiệp và bí truyền hơn mà sự chấp nhận một khung mẫu duy nhất của một nhóm cho phép? Nếu khung mẫu trình bày công việc đã được làm một lần cho mãi mãi, thì nó để lại các vấn đề thêm nào cho nhóm được thống nhất giải quyết? Các câu hỏi đó sẽ có vẻ thậm chí cấp bách hơn nếu bây giờ ta lưu ý một khía cạnh trong đó các thuật ngữ được dùng đến nay có thể gây lầm lạc. Trong cách dùng đã được xác lập của nó, một khung mẫu là một mô hình hay hình mẫu được chấp nhận, và khía cạnh đó của ý nghĩa của nó đã cho phép tôi, do thiếu từ hay hơn, để chiếm đoạt từ 'paradigm-khung mẫu' ở đây. Nhưng sẽ rõ ngay rằng ý nghĩa về 'mô hình' hay 'hình mẫu' cái cho phép sự chiếm đoạt không hoàn toàn là cái thường dùng trong định nghĩa 'khung mẫu'. Trong ngữ pháp, thí dụ, '*amo, amas, amat*' là một paradigm bởi vì nó phô bày hình mẫu dùng để chia một số lượng lớn các động từ Latin khác, thí dụ, để tạo ra '*laudo, laudas, laudat*'. Trong ứng dụng chuẩn này, paradigm hoạt động bằng cho phép lặp lại các thí dụ mà bất cứ cái nào trong số đó về nguyên tắc có thể được dùng để thay nó. Trong khoa học, mặt khác, một khung mẫu hiếm khi là một đối tượng để sao chép lại. Thay vào đó, giống một quyết định pháp lí được chấp nhận trong thông luật, nó là một đối tượng cho việc trình bày rõ thêm và định rõ thêm dưới các điều kiện mới hay nghiêm ngặt hơn.

Để thấy làm sao việc này có thể như thế, chúng ta phải nhận ra một khung mẫu có thể rất bị hạn chế ra sao cả về phạm vi và tính chính xác ở thời điểm nó xuất hiện đầu tiên. Các khung mẫu nhận được địa vị của chúng bởi vì chúng thành công hơn các đối thủ cạnh tranh của mình trong giải quyết các vấn đề mà nhóm những người thực hành đã nhận ra là gay gắt. Để là thành công hơn, tuy vậy, không phải là hoặc thành công hoàn toàn với một vấn đề đơn nhất hay thành công nổi bật với bất cứ số lớn nào. Thành công của một khung mẫu – bất luận là phân tích của Aristotle về chuyển động, tính toán của Ptolemy về vị trí hành tinh, ứng dụng của Lavoisier về cân bằng, hay toán học hoá của Maxwell về trường điện từ – ở khởi đầu chủ yếu là một hứa hẹn về thành công có thể được khám phá ra trong các thí dụ được lựa chọn và vẫn chưa hoàn thành. Khoa học thông thường cốt ở sự hiện thực hoá hứa hẹn đó, một sự hiện thực hoá đạt được bằng mở rộng tri thức về các sự thực mà khung mẫu phô bày ra như đặc biệt tiết lộ, bằng làm tăng mức độ phù hợp giữa các sự thực đó và các dự đoán của khung mẫu, và bằng trình bày rõ thêm về bản thân khung mẫu.

Ít người, những người không thực sự thực hành một khoa học trưởng thành, nhận ra cần phải làm bao nhiêu công việc thu dọn về một khung mẫu loại này hoặc công việc như vậy có thể tỏ ra hấp dẫn đến thế nào trong thực hiện. Và những điểm này cần được hiểu. Các hoạt động nhặt nhạnh là việc thu hút hầu hết các nhà khoa học suốt sự nghiệp của họ. Chúng tạo thành cái tôi gọi ở đây là khoa học thông thường. Xem xét tỉ mỉ, dù về lịch sử hay trong phòng thí nghiệm hiện đại, việc làm khó khăn đó có vẻ là một nỗ lực để buộc tự nhiên vào cái hộp đã hình thành trước và tương đối cứng do khung mẫu cung cấp. Không phần nào trong mục tiêu của khoa học thông thường là để gây ra các loại hiện tượng mới; thực ra các hiện tượng không hợp với hộp thường chẳng hề được nhìn thấy. Các nhà khoa học thường cũng chẳng hướng tới sáng chế ra các lí thuyết mới, và họ thường không khoan dung các lí thuyết do những người khác đưa ra.[17] Thay vào đó, nghiên cứu của khoa học thông thường hướng tới trình bày rõ các hiện tượng và các lí thuyết mà khung mẫu đã cung cấp rồi.

Có lẽ đấy là các thiếu sót. Các lĩnh vực được khoa học thông thường khảo sát, tất nhiên, là rất nhỏ; việc làm khó khăn đang được thảo luận ở đây có tầm nhìn bị hạn chế trầm trọng. Nhưng các hạn chế, sinh ra từ sự tin tưởng vào một khung mẫu, lại hoá ra thiết yếu cho sự phát triển của khoa học. Bằng tập trung chú ý vào một dải hẹp các vấn đề tương đối huyền bí, khung mẫu buộc các nhà khoa học khảo sát phần nào đó của tự nhiên một cách chi tiết và sâu mà khác đi thì không thể tưởng tượng được. Và khoa học thông thường có một cơ chế nội tại gắn liền đảm bảo sự làm dịu các hạn chế ràng buộc việc nghiên cứu mỗi khi khung mẫu, mà từ đó họ xuất phát, không còn hoạt động một cách hữu hiệu. Tại điểm đó các nhà khoa học bắt đầu ứng xử khác nhau, và bản chất của các vấn đề nghiên cứu của họ thay đổi. Giữa chừng, tuy vậy, trong thời kì khung mẫu thành công, giới khoa học giải quyết các vấn đề mà các thành viên của nó hầu như

đã không thể tưởng tượng ra và đã chẳng bao giờ gánh vác mà không có sự cam kết với khung mẫu. Và ít nhất một phần của thành tựu đó luôn tỏ ra có tính dài lâu.

Để biểu lộ ra một cách rõ ràng nghiên cứu thông thường hoặc dựa trên khung mẫu có nghĩa là gì, bây giờ hãy để tôi thử phân loại và minh hoạ các vấn đề mà khoa học thông thường chủ yếu bao gồm. Để thuận tiện tôi hoãn hoạt động lí thuyết mà bắt đầu với việc thu thập sự thực, tức là, với các thí nghiệm và quan sát được mô tả trong các tạp chí kĩ thuật qua đó các nhà khoa học thông báo với các đồng nghiệp của họ về các kết quả của sự nghiên cứu tiếp tục của mình. Các nhà khoa học thường báo cáo về các khía cạnh nào của tự nhiên? Cái gì quyết định sự lựa chọn của họ? Và, vì hầu hết quan sát khoa học cần nhiều thời gian, thiết bị, và tiền, cái gì thúc đẩy nhà khoa học theo đuổi lựa chọn đó đối với một kết luận?

Tôi nghĩ, chỉ có ba tiêu điểm bình thường cho việc khảo sát khoa học căn cứ vào sự thực. Thứ nhất là lớp các sự thực mà khung mẫu đã cho thấy đặc biệt tiết lộ về bản tính của các sự vật. Bằng áp dụng chúng trong giải quyết các vấn đề, khung mẫu đã làm cho bõ xác định chúng cả với sự chính xác hơn và trong sự đa dạng hơn của các tình huống. Lúc này hay lúc khác, những sự xác định căn cứ vào sự thực quan trọng này đã được bao gồm: trong thiên văn học – vị trí và độ lớn của sao, các chu kì che khuất của các sao đôi và các hành tinh; trong vật lí học – trọng lực riêng và tính có thể nén của các vật liệu, các bước sóng và cường độ phổ, độ dẫn điện và các điện thế tiếp xúc; và trong hoá học – cấu tạo và trọng lượng kết hợp, các điểm sôi và độ axít của các dung dịch, các công thức cấu trúc và tính hoạt động quang học. Các nỗ lực để làm tăng độ chính xác và phạm vi mà với chúng các sự thực giống thế này được biết, chiếm một tỉ lệ đáng kể của các tài liệu về khoa học thí nghiệm và quan sát. Không biết bao nhiêu lần máy móc riêng biệt phức tạp đã được thiết kế cho các mục đích như vậy, và việc sáng chế, xây dựng, và triển khai máy móc đó đòi hỏi tài năng loại một, nhiều thời gian, và hỗ trợ tài chính đáng kể. Các máy đồng bộ (synchrotron) và các kính viễn vọng vô tuyến chỉ là các thí dụ mới đây nhất về độ dài mà các nhà nghiên cứu phải đi nếu một khung mẫu đảm bảo cho họ rằng các sự thực mà họ tìm kiếm là quan trọng. Từ Tycho Brahe đến E. O. Lawrence, một số nhà khoa học đã có được uy tín lớn, không từ bất cứ tính mới lạ nào của các khám phá của họ, mà từ độ chính xác, độ tin cậy, và phạm vi của các phương pháp mà họ đã phát triển cho việc xác định lại một loại sự thực đã được biến đến trước đây.

Một lớp thứ hai thông thường nhưng nhỏ hơn của các xác định căn cứ vào sự thực hướng tới các sự thực mà, tuy thường không có nhiều quan tâm nội tại, có thể so sánh trực tiếp với các dự đoán từ lí thuyết mẫu. Như chúng ta sẽ thấy ngay, khi tôi chuyển từ các vấn đề thí nghiệm sang các vấn đề lí thuyết của khoa học thông thường, hiếm có nhiều lĩnh vực trong đó một lí thuyết khoa học, đặc biệt nếu nó được trình bày chủ yếu ở dạng toán học, có thể được so sánh trực tiếp với tự nhiên. Không nhiều hơn ba lĩnh vực như vậy thậm chí còn có thể tiếp cận được đến lí thuyết tương đối tổng quát của Einstein.[18] Hơn nữa, ngay cả trong các lĩnh vực nơi ứng dụng là có thể, nó thường đòi hỏi các sự xấp xỉ lí thuyết và công cụ gây hạn chế khắt khe cho sự phù hợp được mong đợi. Cải thiện sự phù hợp hay tìm ra các lĩnh vực mới trong đó sự phù hợp có thể được minh hoạ chút nào là một thách thức liên tục đối với kĩ năng và sức tưởng tượng của nhà thí nghiệm và nhà quan sát. Các kính thiên văn đặc biệt để chứng tỏ dự đoán Copernican về thị sai hàng năm; máy của Atwood, được sáng chế đầu tiên gần một thế kỉ sau *Pincipia*, để cho minh chứng dứt khoát định luật thứ hai của Newton; thiết bị của Foucault để chứng tỏ rằng tốc độ ánh sáng trong không khí lớn hơn trong nước; hay các bộ đếm lấp lánh [scintillation counter] khổng lồ được thiết kế để chứng tỏ sự tồn tại của neutrino – các chiếc máy đặc biệt này và nhiều cái khác giống chúng minh hoạ nỗ lực và tài khéo léo vô cùng cần để đưa tự nhiên và lí thuyết ngày càng phù hợp nhau hơn.[19] Nỗ lực đó để chứng tỏ sự phù hợp là loại thứ hai của công việc thí nghiệm thông thường, và nó thậm chí phụ thuộc hiển nhiên hơn loại đầu tiên vào khung mẫu. Sự tồn tại của khung mẫu đặt các vấn đề để giải quyết; thường lí thuyết mẫu được bao hàm trực tiếp trong thiết kế của máy móc có khả năng giải quyết vấn đề. Không có Principia, chẳng hạn, thì các đo lường được tiến hành với máy Atwood chẳng hề có ý nghĩa gì.

Lớp thứ ba của các thí nghiệm và quan sát, tôi nghĩ, vét cạn các hoạt động thu thập sự thực của khoa học

thông thường. Nó gồm công việc thực nghiệm được tiến hành để trình bày rõ hơn lí thuyết mẫu, giải quyết một số mơ hồ còn lại và cho phép giải quyết các vấn đề mà trước kia nó chỉ mới lưu ý đến. Lớp này tỏ ra là quan trọng nhất trong ba lớp, và sự mô tả nó cần đến sự chia nhỏ hơn. Trong các khoa học mang tính toán học nhiều hơn, một số thí nghiệm nhằm để trình bày rõ hơn được hướng tới việc xác định các hằng số vật lí. Công trình của Newton, thí dụ, cho biết rằng lực giữa hai đơn vị khối lượng cách nhau một đơn vị độ dài sẽ là như nhau cho mọi loại vật chất ở mọi vị trí trong vũ trụ. Nhưng các vấn đề của riêng ông có thể được giải quyết mà thậm chí không có sự ước lượng độ lớn của sức hút này, hằng số hấp dẫn phổ quát; và chẳng có người khác nào đã nghĩ ra thiết bị có khả năng xác định nó suốt một thế kỉ sau khi *Principia* xuất hiện. Sự xác định nổi tiếng của Cavendish vào năm 1790 cũng chẳng phải là cuối cùng. Bởi vì vị trí trung tâm của nó trong lí thuyết vật lí, các giá trị được cải thiện của hằng số hấp dẫn đã là một đối tượng của các cố gắng lặp đi lặp lại suốt từ đó bởi một số nhà thực nghiệm xuất sắc.[20] Các thí dụ khác cùng loại về công việc tiếp tục có thể gồm việc xác định đơn vị thiên văn, số Avogadro, hệ số Joule, điện tích, và v.v. Ít trong số các nỗ lực tỉ mỉ này đã có thể được nghĩ ra và chẳng cái nào đã có thể được thực hiện mà không có một lí thuyết mẫu để xác định rõ vấn đề và để đảm bảo sự tồn tại của một lời giải ổn định.

Các nỗ lực để trình bày rõ một khung mẫu, tuy vậy, không giới hạn ở việc xác định các hằng số phổ quát. Chúng có thể, thí dụ, cũng nhắm tới các qui luật định lượng: Định luật Boyle liên kết áp suất khí với thể tích, Định luật Coulomb về sự hút điện, và công thức Joule liên hệ nhiệt được gây ra với trở kháng điện và dòng điện, tất cả đều thuộc loại này. Có lẽ không hiển nhiên rằng một khung mẫu là điều kiện tiên quyết cho việc phát hiện ra các qui luật như thế này. Ta thường nghe rằng chúng được tìm thấy bằng xem xét các đo lường được thực hiện vì chính chúng mà không có cam kết lí thuyết. Song lịch sử không cung cấp sự ủng hộ nào cho một phương pháp Baconian quá đáng đến vậy. Các thí nghiệm của Boyle đã không thể hình dung ra được (và nếu giả như được nghĩ ra nó sẽ nhận được một sự diễn giải khác hay không hề được diễn giải) cho đến khi không khí được nhận ra như một chất lỏng đàn hồi mà tất cả các khái niệm tinh vi của thuỷ tĩnh học có thể được áp dụng.[21] Thành công của Coulomb phụ thuộc vào việc xây dựng thiết bị đặc biệt của ông để đo lực giữa các điểm điện tích. (Những người trước kia đã thử đo lực điện dùng cân đĩa bình thường, v.v., đã không hề tìm thấy sự đều đặn nào). Nhưng thiết kế đó, đến lượt, lại phụ thuộc vào sự thừa nhận trước nữa rằng mỗi hạt chất lỏng điện tác động lên mỗi hạt khác ở một khoảng cách. Chính lực giữa các hạt như vậy- cái duy nhất có thể được giả thiết an toàn như một hàm đơn giản của khoảng cách – là cái Coloumb đã tìm kiếm.[22] Các thí nghiệm của Joule cũng có thể được dùng để minh hoạ các qui luật định lượng nổi lên ra sao qua trình bày rõ khung mẫu. Thực ra, quan hệ giữa khung mẫu định tính và các qui luật định lượng là tổng quát và mật thiết đến mức, kể từ Galileo, các qui luật như vậy thường được phỏng đoán đúng đắn với sự giúp đỡ của khung mẫu hàng năm trước khi máy móc có thể được thiết kế cho việc xác định chúng bằng thí nghiệm.[23]

Cuối cùng, có loại thí nghiệm thứ ba nhắm tới trình bày rõ một khung mẫu. Hơn các loại khác loại này có thể giống với sự thăm dò, và nó đặc biệt phổ biến ở các giai đoạn và các khoa học đề cập nhiều hơn đến các khía cạnh định tính hơn là định lượng của sự đều đặn của tự nhiên. Thường một khung mẫu được phát triển cho một tập các hiện tượng lại mơ hồ trong ứng dụng của nó vào các hiện tượng liên quan mật thiết khác. Khi đó các thí nghiệm nhất thiết phải chọn giữa các cách lựa chọn khả dĩ về áp dụng khung mẫu cho lĩnh vực quan tâm mới. Thí dụ, các ứng dụng mẫu của lí thuyết nhiệt để làm nóng và làm lạnh bằng pha trộn và bằng thay đổi trạng thái. Nhưng nhiệt có thể được giải phóng hay hấp thụ theo nhiều cách khác – thí dụ, bằng hợp chất hoá học, bằng ma sát, và bằng nén hay hút khí – và đối với mỗi trong các hiện tượng khác này lí thuyết có thể được áp dụng theo nhiều cách. Nếu giả như chân không có một nhiệt dung, thí dụ, làm nóng bằng nén có thể được giải thích như sự pha trộn khí và chân không. Hay nó có thể do một sự thay đổi về tỉ nhiệt của các khí với thay đổi áp suất. Và ngoài ra có nhiều giải thích khác. Nhiều thí nghiệm được thực hiện để trau chuốt các khả năng khác nhau này và để phân biệt chúng; tất cả các thí nghiệm này đều nảy sinh từ lí thuyết nhiệt như khung mẫu, và tất cả đều khai thác nó trong thiết kế các thí nghiệm và

trong diễn giải các kết quả.[24] Một khi hiện tượng làm nóng bằng nén được xác lập, tất cả các thí nghiệm thêm nữa trong lĩnh vực là phụ thuộc khung mẫu theo cùng cách. Cho trước hiện tượng, làm sao có thể chọn khác một thí nghiệm để làm sáng tỏ nó?

Bây giờ quay sang các vấn đề lí thuyết của khoa học thông thường, chúng chia thành các lớp rất gần giống như các lớp thí nghiệm và quan sát. Một phần của công việc lí thuyết thông thường, tuy là phần nhỏ, đơn giản cốt ở dùng lí thuyết hiện hành để dự đoán thông tin về sự thực có giá trị nội tại. Việc chế tạo các lịch thiên văn, tính các đặc trưng thấu kính, và tạo ra các đường cong truyền sóng vô tuyến là những ví dụ về các vấn đề thuộc loại này. Các nhà khoa học, tuy vậy, thường coi chúng như công việc làm thuê được giao cho các kĩ sư hay các kĩ thuật viên. Không lúc nào rất nhiều trong số chúng xuất hiện trên các tạp chí khoa học quan trọng. Nhưng các tạp chí này chứa rất nhiều thảo luận lí thuyết về các vấn đề mà, đối với người không phải nhà khoa học, hẳn có vẻ hầu như y hệt. Đấy là các thao tác của lí thuyết được thực hiện, không bởi vì các dự đoán trong đó chúng được tạo ra là có giá trị nội tại, mà bởi vì chúng có thể được đối chiếu trực tiếp với thí nghiệm. Mục đích của chúng là để phô bày một ứng dụng mới của khung mẫu hay để tăng độ chính xác của một ứng dụng đã được tiến hành rồi.

Nhu cầu về công việc loại này nảy sinh từ các khó khăn rất lớn thường gặp khi phát triển các điểm tiếp xúc giữa một lí thuyết và tự nhiên. Các khó khăn này có thể được minh hoạ ngắn gọn bằng xem xét lịch sử động học sau Newton. Vào đầu thế kỉ mười tám những người thấy một khung mẫu trong *Principia* coi tính tổng quát của các kết luận của nó là dĩ nhiên, và họ có mọi lí do để làm vậy. Không tác phẩm nào được biết trong lịch sử khoa học đã đồng thời cho phép một sự tăng lên lớn đến vậy cả về phạm vi và độ chính xác của nghiên cứu. Đối với khoảng trời Newton đã dẫn ra các định luật Kepler về chuyển động hành tinh và cũng đã giải thích các khía cạnh nào đó được quan sát theo đó mặt trăng không tuân theo chúng. Đối với trái đất ông đã dẫn ra các kết quả của các quan sát nào đó về con lắc và thuỷ triều. Với sự giúp đỡ của các giả thiết thêm nhưng *ad hoc* [đặc biệt], ông cũng đã có thể dẫn ra Định luật Boyle và một công thức quan trọng cho tốc độ âm thanh trong không khí. Căn cứ và trạng thái khoa học lúc đó, thành công của các việc minh chứng là cực kì gây ấn tượng. Thế nhưng căn cứ vào tính tổng quát có lí của các Định luật Newton, số các ứng dụng đã không nhiều, và Newton đã hầu như không phát triển ứng dụng nào khác. Hơn nữa, so với cái mà bất cứ sinh viên cao học nào về vật lí có thể đạt được với cùng các định luật đó ngày nay, vài ứng dụng của Newton thậm chí không được trình bày chính xác. Cuối cùng, *Principia* đã được dự kiến cho các ứng dụng chủ yếu cho các vấn đề cơ học thiên văn. Thích nghi nó làm sao cho các ứng dụng ở trái đất, đặc biệt cho các ứng dụng về chuyển động với ràng buộc, đã chẳng hề rõ chút nào. Các vấn đề trái đất, trong mọi trường hợp, đã được bắt đầu rồi với thành công lớn bởi một tập các kĩ thuật hoàn toàn khác ban đầu được Galileo và Huyghens phát triển và được mở rộng ra trên Lục địa trong thế kỉ mười tám bởi anh em nhà Bernoulli, d’Alembert, và nhiều người khác. Có lẽ các kĩ thuật của họ và của *Principia* có thể được chứng tỏ là các trường hợp đặc biệt của một cách trình bày tổng quát hơn, nhưng trong một thời gian không ai hiểu rõ hoàn toàn phải làm thế nào.[25]

Hãy giới hạn sự chú ý một lúc vào vấn đề về tính chính xác. Chúng ta đã minh hoạ rồi khía cạnh kinh nghiệm của nó. Đã cần đến thiết bị đặc biệt – như máy móc của Cavendish, máy Atwood, hay các kính thiên văn được cải thiện – để cung cấp số liệu đặc biệt mà các ứng dụng cụ thể của khung mẫu Newton đòi hỏi. Những khó khăn tương tự trong nhận được sự phù hợp đã tồn tại ở phía lí thuyết. Để áp dụng các định luật của mình cho các con lắc, thí dụ, Newton đã buộc phải coi quả lắc như một điểm khối lượng để cho một định nghĩa duy nhất về độ dài con lắc. Hầu hết các định lí của ông, ít ngoại lệ mang tính giả thuyết và sơ bộ, cũng bỏ qua ảnh hưởng của sức cản không khí. Đấy là các phép xấp xỉ vật lí đúng đắn. Tuy nhiên, với tư cách các phép xấp xỉ chúng đã hạn chế sự phù hợp được mong đợi giữa các dự đoán của Newton và các thí nghiệm thực sự. Cùng những khó khăn xuất hiện thậm chí rõ hơn trong ứng dụng lí thuyết Newton vào bầu trời. Những quan sát bằng kính thiên văn đơn giản cho thấy rằng các hành tinh không hoàn toàn tuân theo các định luật Kepler, và lí thuyết Newton cho thấy chúng không phải. Để dẫn ra các định luật này,

Newton đã buộc phải bỏ qua mọi sức hút hấp dẫn trừ sức hút giữa cá nhân các hành tinh và mặt trời. Vì các hành tinh có hút lẫn nhau, chỉ có thể mong đợi sự phù hợp gần đúng giữa lí thuyết được áp dụng với quan sát bằng kính thiên văn.[26]

Sự phù hợp đạt được, tất nhiên, đã nhiều hơn sự thoả mãn đối với những người nhận được nó. Trừ một số vấn đề ở trái đất, không lí thuyết khác nào có thể làm gần tốt đến thế. Không ai trong số những người nghi ngờ tính hợp lệ của công trình của Newton đã làm vậy bởi vì sự phù hợp hạn chế của nó với thí nghiệm và quan sát. Tuy nhiên, các hạn chế này về sự phù hợp để lại nhiều vấn đề lí thuyết quyến rũ cho những người kế tục Newton. Đã cần đến những kĩ thuật lí thuyết, thí dụ, để xử lí chuyển động của nhiều hơn hai vật thể hút nhau đồng thời và để khảo sát tính ổn định của các quĩ đạo bị xáo động. Các nhà toán học giỏi nhất châu Âu đã bận rộn với vấn đề giống thế trong thế kỉ mười tám và đầu thế kỉ mười chín. Euler, Lagrange, Laplace, và Gauss tất cả đã thực hiện một số trong hầu hết các công trình lỗi lạc nhất của họ về các vấn đề nhắm tới cải thiện sự phù hợp giữa khung mẫu Newton và quan sát bầu trời. Nhiều trong số các nhân vật này đã làm việc đồng thời để phát triển toán học cần thiết cho các ứng dụng mà cả Newton lẫn trường phái Lục địa đương thời của cơ học đã thậm chí chẳng thử. Họ tạo ra, thí dụ, các tài liệu rất rộng lớn và một số kĩ thuật toán học rất hùng mạnh cho thuỷ động học và các vấn đề về các dây dao động. Các vấn đề ứng dụng này giải thích cho cái có lẽ là công trình khoa học lỗi lạc và chi phối nhất của thế kỉ mười tám. Có thể phát hiện ra các thí dụ khác bằng xem xét giai đoạn hậu khung mẫu trong sự phát triển của nhiệt động học, lí thuyết sóng về ánh sáng, lí thuyết điện từ, hay bất cứ ngành khoa học nào khác mà các định luật cơ bản của chúng là hoàn toàn định lượng. Ít nhất trong các khoa học có tính toán học hơn, hầu hết công trình lí thuyết là thuộc loại này.

Nhưng không phải tất cả đều là loại này. Ngay cả trong các khoa học toán học cũng có các vấn đề lí thuyết của việc trình bày rõ khung mẫu; và trong các thời kì khi sự phát triển khoa học chủ yếu là định tính, các vấn đề đề này át hẳn. Một số vấn đề, trong cả các khoa học định lượng hơn và định tính hơn, mục tiêu đơn giản để làm rõ bằng trình bày lại. *Principia*, thí dụ, đã không luôn tỏ ra là một tác phẩm dễ áp dụng, một phần bởi vì nó giữ lại một số vụng về không tránh khỏi trong một công trình táo bạo đầu tiên và một phần bởi vì rất nhiều ý nghĩa của nó đã chỉ ẩn tàng trong các ứng dụng của nó. Đối với nhiều ứng dụng ở trái đất, trong mọi trường hợp, một tập dường như không có quan hệ của các kĩ thuật Lục địa có vẻ hùng mạnh hơn rất nhiều. Vì thế, từ Euler và Lagrange trong thế kỉ mười tám cho đến Hamilton, Jacobi, và Hertz trong thế kỉ mười chín, nhiều nhà vật lí toán lỗi lạc nhất của châu Âu đã hết lần này đến lần khác cố gắng trình bày lại lí thuyết cơ học ở một dạng tương đương nhưng thoả mãn hơn về mặt logic và thẩm mĩ. Tức là, họ đã muốn trưng bày các bài học rõ ràng và ẩn tàng của *Principia* và của cơ học Lục địa trong một phiên bản chặt chẽ hơn về mặt logic, một phiên bản ngay lập tức đồng đều hơn và ít lập lờ hơn trong việc áp dụng nó cho các vấn đề mới được trau chuốt của cơ học.[27]

Các trình bày lại tương tự của một khung mẫu đã xảy ra lặp đi lặp lại trong mọi khoa học, nhưng phần lớn đã tạo ra những thay đổi đáng kể hơn trong khung mẫu so với các trình bày lại của *Principia* được nhắc đến ở trên. Những thay đổi như vậy là kết quả từ các công trình kinh nghiệm đã được mô tả trước đây như nhắm tới trình bày rõ khung mẫu. Quả thực, đi phân loại các công trình loại đó như kinh nghiệm là việc tuỳ tiện. Hơn bất cứ loại nghiên cứu thông thường khác nào, các vấn đề về trình bày rõ khung mẫu đồng thời mang tính lí thuyết và thực nghiệm; các thí dụ đưa ra ở trước sẽ phục vụ tốt ngang nhau ở đây. Trước khi ông có thể xây dựng thiết bị của mình và đo lường với nó, Coulomb đã phải áp dụng lí thuyết điện để xác định thiết bị của ông phải được xây dựng ra sao. Kết quả của các đo lường của ông là một sự làm tinh lí thuyết đó. Hoặc lại nữa, những người thiết kế các thí nghiệm để phân biệt các lí thuyết khác nhau về làm nóng bằng nén nói chung cũng là những người đã dựng lên các phiên bản cần so sánh đó. Họ đã làm việc cả với sự thực và với lí thuyết, và công việc của họ không đơn giản tạo ra thông tin mới mà tạo ra một khung mẫu chính xác hơn, nhận được bằng loại bỏ những mập mờ mà phiên bản gốc vẫn giữ lại và dựa trên đó họ đã xuất phát. Trong nhiều khoa học, hầu hết công việc thông thường là thuộc loại này.

Tôi nghĩ, ba lớp vấn đề này – xác định các sự thực quan trọng, làm khớp các sự thực với lí thuyết, và trình bày rõ lí thuyết – vét cạn các tài liệu của khoa học thông thường, cả thực nghiệm lẫn lí thuyết. Tất nhiên, chúng không vét cạn hoàn toàn toàn bộ tài liệu chuyên môn khoa học. Cũng có các vấn đề lạ thường, và rất có thể sự giải quyết chúng là cái làm cho công việc mạo hiểm khoa học như một tổng thể lại đặc biệt xứng đáng đến vậy. Nhưng các vấn đề đặc biệt, lạ thường không phải để yêu cầu. Chúng nổi lên chỉ trong các dịp đặc biệt do sự tiến bộ của nghiên cứu khoa học thông thường chuẩn bị. Vì thế, chắc chắn tuyệt đại đa số các vấn đề được ngay cả các nhà khoa học giỏi nhất đảm đương thường rơi vào một trong ba loại (lớp) được phác thảo ở trên. Công việc dưới khung mẫu không thể được tiến hành theo cách khác, và rời bỏ khung mẫu là ngưng thực hành khoa học do nó xác định. Chúng ta sẽ mau chóng phát hiện ra rằng những sự từ bỏ như vậy có xảy ra. Chúng là các điểm tựa mà quanh đó các cuộc cách mạng khoa học rẽ ngoặt. Nhưng trước khi bắt đầu nghiên cứu các cuộc cách mạng như vậy, chúng ta cần một cái nhìn bao quát hơn về theo đuổi nghề khoa học thông thường dọn đường cho cách mạng.

IV. Khoa học Thông thường như Giải Câu đố

Có lẽ đặc tính nổi bật nhất của các vấn đề nghiên cứu thông thường mà chúng ta vừa bắt gặp là chúng hướng ít ra sao đến việc tạo ra các tính mới lạ chính, về mặt quan niệm hay hiện tượng. Đôi khi, như trong đo lường bước sóng, tất cả mọi thứ trừ chi tiết huyền bí nhất của kết quả đã được biết từ trước, và độ rộng điển hình của sự dự tính chỉ hơi rộng hơn. Các phép đo của Coulomb, có lẽ, không cần phải khớp với qui luật bình phương nghịch đảo; những người đã nghiên cứu về làm nóng bằng nén thường đã sẵn sàng [chấp nhận] bất cứ kết quả nào trong nhiều kết quả. Thế nhưng ngay cả trong các trường hợp giống thế này dải của các kết quả dự kiến, và như thế có thể tiêu hoá được, luôn luôn nhỏ so với dải mà trí tưởng tượng có thể hình dung. Và dự án mà kết quả của nó không rơi vào dải hẹp hơn đó thường chỉ là một thất bại về nghiên cứu, một thất bại không gây mất uy tín cho tự nhiên mà cho nhà khoa học.

Thí dụ, trong thế kỉ mười tám người ta ít chú ý đến các thí nghiệm đo sức hút điện với các dụng cụ như cân đĩa. Bởi vì chúng đã tạo ra các kết quả chẳng nhất quán cũng không đơn giản, chúng không thể được dùng để làm rõ khung mẫu mà từ đó chúng được dẫn ra. Vì thế, chúng vẫn *chỉ là* các sự thực, không có quan hệ và không thể liên hệ được với sự tiến bộ liên tục của nghiên cứu điện. Chỉ khi nhìn lại, khi đã có một khung mẫu tiếp sau, chúng ta mới có thể thấy các đặc tính nào của các hiện tượng điện mà chúng biểu lộ. Coulomb và những người đương thời của ông, tất nhiên, cũng đã có khung mẫu muộn hơn này hay một khung mẫu, khi áp dụng cho vấn đề hút, mang lại cùng những mong đợi. Đó là vì sao Coulomb đã có khả năng thiết kế thiết bị cho một kết quả có thể tiêu hoá được bằng làm rõ khung mẫu. Nhưng nó cũng là lí do vì sao kết quả đó không làm ai ngạc nhiên và vì sao nhiều người đương thời với Coulomb đã có khả năng tiên đoán nó trước. Ngay cả dự án mà mục đích của nó là làm rõ khung mẫu không hướng tới sự mới lạ *bất ngờ*.

Nhưng nếu mục tiêu của khoa học thông thường không phải là các sự mới lạ trọng đại chủ yếu – nếu sự thất bại để đến gần hơn kết quả dự kiến thường là thất bại do nhà khoa học – thì vì sao các vấn đề này vẫn được tiến hành? Một phần của câu trả lời đã được trình bày rồi. Đối với các nhà khoa học, chí ít, các kết quả thu được trong nghiên cứu thông thường là quan trọng bởi vì chúng thêm vào phạm vi và độ chính xác mà với nó khung mẫu có thể được áp dụng. Tuy vậy, câu trả lời đó không thể giải thích cho nhiệt tình và sự hiến dâng mà các nhà khoa học biểu hiện cho các vấn đề nghiên cứu thông thường. Chẳng ai đi dành hàng năm, thí dụ, để phát triển một phổ kế tốt hơn hay để tạo ra một lời giải được cải thiện cho vấn đề về các dây dao động đơn giản bởi vì tầm quan trọng của thông tin sẽ nhận được. Số liệu thu được bằng tính lịch thiên văn hay bằng các phép đo thêm với một thiết bị hiện có thường quan trọng không kém, nhưng các hoạt động này thường bị các nhà khoa học từ chối bởi vì chúng chủ yếu là sự lặp lại các thủ tục đã được tiến hành trước rồi. Sự từ chối cung cấp một manh mối cho tính quyến rũ của vấn đề nghiên cứu thông thường. Mặc dù kết quả của nó có thể được dự kiến, thường rất chi tiết đến mức bản thân cái còn lại để biết là không đáng quan tâm, [nhưng] cách để đạt kết quả vẫn rất đáng ngờ. Đưa một vấn đề nghiên cứu thông thường đến một kết luận là đạt được cái dự kiến theo một cách mới, và nó đòi hỏi việc giải mọi loại câu đố phức tạp về công cụ, quan niệm, và toán học. Những người thành công chứng tỏ mình là một chuyên gia giải-câu đố, và sự thách thức của câu đố là một phần quan trọng của cái thường lôi kéo anh ta.

Thuật ngữ 'câu đố' và 'giải-câu đố' nêu bật nhiều trong các chủ đề đã ngày càng trở thành nổi bật ở các trang trước. Các câu đố, hoàn toàn theo ý nghĩa thông thường được sử dụng ở đây, là loại đặc biệt của các vấn đề có thể được dùng để kiểm tra tài khéo léo hay kĩ năng về giải quyết. Các minh hoạ từ điển là 'trò chơi đố xếp hình' và 'trò chơi đố ô chữ', và chính các đặc trưng mà các trò chơi này chia sẻ với các vấn đề khoa học thông thường là cái bây giờ chúng ta cần cô lập ra. Một trong số đó vừa được nhắc tới. Không phải là tiêu chuẩn tinh tuý trong một câu đố rằng kết quả của nó là lí thú hay quan trọng về bản chất. Ngược lại, các vấn đề thực sự cấp bách, thí dụ, cách điều trị một bệnh ung thư hay đồ án của một nền hoà bình dài lâu, thường không hề là các câu đố, chủ yếu bởi vì chúng có thể không có lời giải nào. Hãy xem xét trò chơi đố xếp hình mà các miếng được chọn ngẫu nhiên từ một trong hai hộp đố hình khác nhau. Vì vấn đề

đó thường chắc thách đố (tuy nó có thể không) ngay cả những người có tài khéo léo nhất, nó không thể được dùng như một kiểm tra về kĩ năng giải quyết. Theo bất cứ ý nghĩa bình thường nào nó không hề là một câu đố chút nào. Mặc dù giá trị nội tại không là tiêu chuẩn cho một câu đố, sự tồn tại chắc chắn của một lời giải là [tiêu chuẩn].

Tuy vậy, ta đã thấy rằng một trong các thứ mà một cộng đồng khoa học nhận được với một khung mẫu là một tiêu chuẩn để chọn các vấn đề có thể chắc chắn có lời giải khi khung mẫu được coi là dĩ nhiên. Trong phạm vi lớn đấy là các vấn đề duy nhất mà cộng đồng sẽ thừa nhận là khoa học hoặc khuyến khích các thành viên của nó thực hiện. Các vấn đề khác, gồm nhiều vấn đề trước đây là thông thường, bị từ chối như siêu hình, như liên quan đến môn khác, hay đôi khi như quá khó giải quyết để bõ thời gian làm. Về vấn đề đó, một khung mẫu có thể thậm chí cô lập cộng đồng khỏi các vấn đề xã hội quan trọng các vấn đề không thể qui giản về dạng câu đố, bởi vì chúng không thể được phát biểu bằng các công cụ khái niệm và phương tiện mà khung mẫu cung cấp. Các vấn đề như vậy có thể là một sự rối trí, một bài học được minh hoạ một cách xuất sắc bởi nhiều mặt của chủ nghĩa Bacon thế kỉ mười bảy và bởi một số khoa học xã hội đương thời. Một trong các lí do vì sao khoa học thông thường có vẻ tiến bộ nhanh đến vậy là những người thực hành nó tập trung vào các vấn đề mà chỉ sự thiếu khéo léo của họ có thể ngăn cản họ giải quyết.

Tuy vậy, nếu các vấn đề của khoa học thông thường là các câu đố theo nghĩa này, chúng ta không còn cần phải hỏi vì sao các nhà khoa học lại tấn công chúng với nhiệt tình và hiến dâng như vậy. Một người có thể bị lôi cuốn đến với khoa học vì mọi loại lí do. Trong số chúng có, mong muốn được là hữu ích, sự kích thích khám phá lĩnh vực mới, hi vọng tìm ra trật tự, và khát vọng để kiểm tra tri thức đã được xác lập. Các động cơ này và ngoài ra các động cơ khác cũng giúp để xác định các vấn đề cá biệt mà muộn hơn anh ta sẽ tiến hành. Hơn nữa, mặc dù kết quả đôi khi gây thất vọng, có lí do chính đáng vì sao các động cơ như thế này phải đầu tiên lôi cuốn và sau đó dẫn anh ta đi.[28] Hoạt động khoa học như một tổng thể đôi lúc có tỏ ra hữu ích, mở ra lĩnh vực mới, để lộ ra trật tự, và kiểm nghiệm lòng tin đã được chấp nhận từ lâu. Tuy nhiên, *cá nhân* theo đuổi vấn đề nghiên cứu thông thường *hầu như không bao giờ làm bất cứ cái nào trong các thứ này*. Một khi đã làm, các động cơ của anh ta là loại khá khác. Cái sau đó thách thức anh ta là niềm tin chắc rằng, nếu anh ta đủ tài giỏi, anh ta sẽ thành công trong giải một câu đố mà chẳng ai đã giải trước đó hay đã giải khéo đến vậy. Nhiều trong số các đầu óc khoa học lớn nhất đã dành tất cả sự chú ý chuyên nghiệp của họ cho các câu đố đòi hỏi khắt khe thuộc loại này. Trong hầu hết các cơ hội bất cứ lĩnh vực chuyên sâu cá biệt nào không đưa ra cái gì khác để làm, một sự thực làm cho nó không ít quyến rũ hơn đối với một loại thói nghiện đích thực.

Bây giờ quay sang khía cạnh khác, khó hơn, và tiết lộ hơn của sự tương tự giữa các câu đố và các vấn đề của khoa học thông thường. Nếu được phân loại như một câu đố, một vấn đề phải được đặc trưng bởi nhiều hơn một lời giải chắc chắn. Phải cũng có các qui tắc giới hạn cả loại các lời giải có thể chấp nhận được lẫn các bước dẫn đến chúng. Để giải một trò chơi đố ghép hình, thí dụ, không chỉ là “tạo ra một bức tranh”. Hoặc một đứa trẻ hay một nghệ sĩ đương thời có thể tạo ra một bức tranh bằng rải các miếng được chọn, như một hình thù trừu tượng, trên một nền không rõ nét nào đó. Bức tranh được tạo ra như vậy có thể hay hơn nhiều, và chắc chắn độc đáo hơn bức tranh mà từ đó câu đố được tạo ra. Tuy nhiên, một bức tranh như vậy không là một lời giải. Để đạt một lời giải tất cả các miếng phải được dùng, mặt trơn của miếng phải được úp xuống, và chúng phải khít vào nhau mà không phải ép cho đến khi không còn lỗ hổng nào. Đó là một số qui tắc chi phối các lời giải đố ghép hình. Có thể dễ dàng phát hiện ra các hạn chế tương tự đối với các lời giải chấp nhận được của trò chơi ô chữ, các câu đố, các thế cờ, và v.v.

Nếu chúng ta có thể chấp nhận một cách sử dụng được mở rộng đáng kể của từ ‘qui tắc’ – một cách dùng đôi khi sẽ đánh đồng nó với ‘quan điểm đã được xác lập’ hay với ‘định kiến’ – thì các vấn đề có thể truy cập tới trong phạm vi một truyền thống nghiên cứu phô bày cái gì đó rất giống tập này của các đặc trưng câu đố. Người xây dựng một thiết bị để xác định các bước sóng quang học không được thoả mãn với một cái thiết bị chỉ đơn thuần gán các số cá biệt cho các vạch phổ cá biệt. Anh ta không chỉ là một người thám

hiểm hay nhà đo lường. Ngược lại, bằng cách phân tích máy móc của mình theo lí thuyết quang học được xác lập, anh ta phải chứng tỏ rằng các số mà thiết bị của anh ta tạo ra là các số đi vào lí thuyết với tư cách các bước sóng. Nếu sự mập mờ còn lại nào đó trong lí thuyết hay thành phần chưa được phân tích nào đó của máy móc của anh ta ngăn cản anh ta hoàn tất luận chứng đó, các đồng nghiệp của anh ta rất có thể kết luận rằng anh ta đã chẳng hề đo được gì cả. Thí dụ, các cực đại tán xạ-electron mà muộn hơn được chẩn đoán như các chỉ số của bước sóng electron đã không có tầm quan trọng rõ ràng nào khi đầu tiên được quan sát và ghi lại. Trước khi chúng trở thành các số đo của bất cứ thứ gì, chúng phải được liên hệ với một lí thuyết tiên đoán ứng xử như sóng của vật chất chuyển động. Và thậm chí sau khi quan hệ đó đã được chỉ ra, máy móc phải được thiết kế lại sao cho các kết quả thí nghiệm có thể tương quan dứt khoát với lí thuyết.[29] Cho đến khi các điều kiện đó được thoả mãn, không có vấn đề nào được giải.

Các loại hạn chế tương tự đã ràng buộc các lời giải có thể chấp nhận đối với các vấn đề lí thuyết. Suốt thế kỉ mười tám những nhà khoa học thử dẫn ra chuyển động quan sát được của mặt trăng từ các định luật chuyển động và hấp dẫn của Newton đã thất bại để làm vậy một cách nhất quán. Kết quả là, một số người trong số họ đã gợi ý thay định luật bình phương nghịch đảo bằng một định luật trệch khỏi nó ở các khoảng cách nhỏ. Để làm việc đó, tuy vậy, sẽ là đi thay đổi khung mẫu, đi định nghĩa một câu đố mới, và không phải là đi giải câu đố cũ. Khi điều đó xảy ra, các nhà khoa học đã giữ các qui tắc cho đến khi, vào năm 1750, một trong số họ phát hiện ra chúng có thể được áp dụng thành công thế nào.[30] Chỉ một sự thay đổi về các qui tắc của trò chơi có thể cung cấp một lựa chọn khả dĩ.

Nghiên cứu các truyền thống khoa học thông thường phơi bày nhiều qui tắc thêm, và các qui tắc này cung cấp nhiều thông tin về các cam kết mà các nhà khoa học nhận được từ các khung mẫu của họ. Chúng ta có thể nói các qui tắc này rơi vào các loại chủ yếu nào?[31] Hiển nhiên nhất và có lẽ ràng buộc nhất được minh hoạ bởi các loại khái quát hoá mà chúng ta vừa nhắc tới. Đấy là các tuyên bố dứt khoát về định luật khoa học và về các khái niệm và lí thuyết khoa học. Trong khi chúng tiếp tục được kính trọng, các tuyên bố như vậy giúp để nêu ra các câu đố và để hạn chế các lời giải có thể chấp nhận được. Thí dụ, các định luật Newton đã thực hiện các chức năng này trong các thế kỉ mười tám và mười chín. Chừng nào chúng còn làm vậy, lượng-vật chất còn là một phạm trù bản thể học cơ bản cho các nhà khoa học vật lí, và các lực hoạt động giữa các mẩu vật chất còn là chủ đề trội cho nghiên cứu.[32] Trong hoá học các qui luật về các tỉ lệ cố định và xác định, trong một thời gian dài, đã có một lực chính xác tương tự – nêu vấn đề về trọng lượng nguyên tử, ràng buộc các kết quả có thể chấp nhận của các phân tích hoá học, và thông báo cho các nhà khoa học các nguyên tử và phân tử, hợp chất và hỗn hợp là gì.[33] Các phương trình Maxwell và các định luật nhiệt động học thống kê ngày nay có cùng ảnh hưởng và chức năng.

Tuy vậy, các qui tắc như thế này không phải là duy nhất cũng chẳng thậm chí là loại lí thú nhất được nghiên cứu lịch sử phô bày. Ở mức thấp hơn và cụ thể hơn mức của các định luật và lí thuyết, thí dụ, có vô số các cam kết đối với các loại trang bị dụng cụ được ưa thích và đối với các cách theo đó các công cụ được chấp nhận có thể được dùng một cách hợp pháp. Các thái độ thay đổi đối với vai trò của lửa trong các phân tích hoá học đã đóng một vai trò sống còn trong sự phát triển hoá học ở thế kỉ mười bảy.[34] Helmholtz, ở thế kỉ mười chín, đã gặp sự kháng cự mạnh từ các nhà sinh lí học đối với ý kiến là thí nghiệm vật lí có thể làm sáng tỏ lĩnh vực của họ.[35] Và ở thế kỉ này lịch sử lạ kì của phép sắc kí hoá học lại minh hoạ sự kéo dài của các cam kết công cụ cho các nhà khoa học các qui tắc chơi cũng nhiều như các định luật và lí thuyết.[36] Khi chúng ta phân tích sự khám phá ra tia-X, chúng ta sẽ thấy các lí do cho các cam kết thuộc loại này.

Ít cục bộ và tạm thời hơn, tuy vẫn không thay đổi các đặc trưng của khoa học, là các cam kết ở mức cao hơn, mức gần như-siêu hình học mà nghiên cứu lịch sử phô bày đều đặn đến vậy. Thí dụ, sau khoảng 1630, và đặc biệt sau sự xuất hiện của các tác phẩm khoa học hết sức có ảnh hưởng của Descartes, hầu hết các nhà khoa học vật lí đều cho rằng vũ trụ bao gồm các hạt cực nhỏ và mọi hiện tượng tự nhiên có thể được

giải thích dưới dạng hình thù, kích thước, chuyển động và tương tác của các hạt. Cái tổ đó của các cam kết tỏ ra mang tính cả siêu hình lẫn phương pháp luận. Do siêu hình, nó bảo các nhà khoa học vũ trụ chứa và không chứa các loại thực thể nào: đã chỉ có vật chất có hình thù trong chuyển động. Do có tính phương pháp luận, nó bảo họ các định luật và các giải thích cơ bản cuối cùng phải như thế nào: các định luật phải qui định chuyển động hạt và tương tác, và sự giải thích phải qui bất cứ hiện tượng tự nhiên nào về hoạt động hạt dưới các định luật này. Tuy nhiên còn quan trọng hơn, quan niệm hạt về vũ trụ nói cho các nhà khoa học nhiều vấn đề nghiên cứu của họ phải thế nào. Thí dụ, một nhà hoá học, như Boyle, đón nhận triết học mới đã gây sự chú ý đặc biệt đến các phản ứng có thể được xem như các sự biến tố (transmutation). Rõ hơn bất cứ thứ gì khác những cái này để lộ ra quá trình sắp xếp lại hạt, phải làm cơ sở cho mọi thay đổi hoá học.[37] Các tác động tương tự của thuyết hạt có thể quan sát thấy ở nghiên cứu về cơ học, quang học, và nhiệt.

Cuối cùng, ở một mức còn cao hơn, có một tập các cam kết mà không có nó không ai là một nhà khoa học. Nhà khoa học, thí dụ, phải lo để hiểu thế giới và để mở rộng độ chính xác và phạm vi mà với nó thế giới được sắp xếp. Cam kết đó, đến lượt, phải dẫn anh ta đi nghiên cứu kĩ khía cạnh nào đó của tự nhiên rất chi tiết hoặc cho mình hay nhờ các đồng nghiệp. Và, nếu sự xem xét cẩn thận đó bộc lộ các ổ mất trật tự rõ ràng, thì những cái này phải thách thức anh ta tinh lọc lại các kĩ thuật quan sát hay làm rõ thêm lí thuyết của mình. Rõ ràng vẫn còn các qui tắc khác như thế này những cái luôn luôn ảnh hưởng đến các nhà khoa học.

Sự tồn tại của mạng lưới mạnh này của các cam kết – về quan niệm, lí thuyết, công cụ, và phương pháp luận – là một nguồn chủ yếu của phép ẩn dụ liên hệ khoa học thông thường với việc giải câu đố. Bởi vì nó cung cấp các qui tắc nói cho những người thực hành một chuyên ngành cả thế giới và khoa học của anh ta là như thế nào, anh ta có thể tập trung với sự đảm bảo vào các vấn đề huyền bí mà các qui tắc và tri thức hiện có xác định cho anh ta. Sau đó cái thách thức cá nhân anh ta là làm sao để đưa câu đố còn lại đến một lời giải. Về các khía cạnh này và khía cạnh khác một thảo luận về câu đố và về các qui tắc làm sáng tỏ bản tính của thực hành khoa học thông thường. Thế mà, theo cách khác, sự làm sáng tỏ đó có thể dẫn đến lầm lạc đáng kể. Tuy hiển nhiên có các qui tắc mà mọi người thực hành một chuyên ngành gắn bó với ở một thời kì cho trước, bản thân các qui tắc đó không chỉ rõ mọi thứ mà thực tiễn của các chuyên gia ấy có chung. Khoa học thông thường là một hoạt động được xác định cao, nhưng nó không nhất thiết được xác định hoàn toàn bởi các qui tắc. Đó là vì sao, ở đầu tiểu luận này, tôi giới thiệu các khung mẫu dùng chung hơn là các qui tắc dùng chung, các giả thiết, và các quan điểm như nguồn cố kết cho các truyền thống nghiên cứu thông thường. Các qui tắc, tôi gợi ý, xuất phát từ các khung mẫu, nhưng các khung mẫu có thể hướng dẫn nghiên cứu ngay cả khi thiếu các qui tắc.

V. Vị trí hàng đầu của các Khung mẫu

Để khám phá ra quan hệ giữa các qui tắc, các khung mẫu, và khoa học thông thường, đầu tiên hãy xem nhà lịch sử cô lập các vị trí cá biệt của cam kết vừa được mô tả như các qui tắc được chấp nhận. Sự điều tra lịch sử tỉ mỉ về một chuyên môn cho trước ở một thời gian cho trước tiết lộ một tập các minh hoạ tái diễn đều đặn và gần như chuẩn của các lí thuyết khác nhau trong những ứng dụng quan niệm, quan sát, và công cụ của chúng. Đấy là các khung mẫu của cộng đồng, được biểu lộ trong các sách giáo khoa, các bài giảng, và các bài tập phòng thí nghiệm của nó. Bằng nghiên cứu chúng và tập luyện với chúng, các thành viên của cộng đồng tương ứng học nghề của mình. Tất nhiên, nhà lịch sử sẽ phát hiện ra thêm một vùng nửa tối bị choán bởi các thành tựu mà địa vị của chúng vẫn còn bị nghi ngờ, nhưng lõi của các vấn đề đã được giải quyết và các kĩ thuật sẽ thường là rõ ràng. Bất chấp các mơ hồ hi hữu, các khung mẫu của một cộng đồng khoa học trưởng thành có thể được xác định tương đối dễ.

Việc xác định các khung mẫu dùng chung, tuy vậy, không phải là sự xác định các qui tắc dùng chung. Việc đó đòi hỏi một bước thứ hai và là bước thuộc loại hơi khác. Khi đảm nhận việc đó, sử gia phải so sánh các khung mẫu của cộng đồng với nhau và với các báo cáo nghiên cứu thịnh hành của nó. Khi làm vậy, mục tiêu của ông ta là phát hiện có thể cô lập các yếu tố nào, rõ rệt hay ẩn tàng, mà các thành viên của cộng đồng đã có thể *trừu tượng hoá* từ các khung mẫu bao trùm hơn của họ và đã triển khai ra như các qui tắc trong nghiên cứu của họ. Bất cứ ai đã thử mô tả hay phân tích sự tiến hoá của một truyền thống khoa học cá biệt sẽ nhất thiết tìm kiếm các nguyên lí được chấp nhận và các qui tắc thuộc loại này. Hầu như chắc chắn, như mục trước cho biết, ông ta sẽ ít nhất thành công một phần. Nhưng, nếu kinh nghiệm của ông ta có giống kinh nghiệm của riêng tôi chút nào, ông ta sẽ thấy rằng tìm các qui tắc là cả khó hơn và ít thoả mãn hơn tìm các khung mẫu. Một số khái quát hoá mà ông ta dùng để mô tả các lòng tin chung của cộng đồng sẽ không thành vấn đề. Tuy vậy, các khái quát hoá khác bao gồm những cái được dùng như các minh hoạ ở trên, sẽ có vẻ là một cái bóng quá nặng nề. Diễn đạt đúng theo cách đó, hay theo bất cứ cách nào khác ông ta có thể hình dung, chúng hầu như chắc chắn đã bị một số thành viên của nhóm mà ông nghiên cứu từ chối. Tuy nhiên, nếu sự cố kết của truyền thống nghiên cứu phải được hiểu ở dạng các qui tắc, cần đến sự định rõ nào đó về điểm chung trong lĩnh vực tương ứng. Kết quả là, việc dò tìm một tập các qui tắc có đủ khả năng tạo thành một truyền thống nghiên cứu cho trước trở thành một nguồn thất vọng liên tục và sâu sắc.

Nhận ra sự thất vọng đó, tuy vậy, làm cho có thể để chẩn đoán nguồn của nó. Các nhà khoa học có thể đồng ý rằng một Newton, Lavoisier, Maxwell, hay Einstein đã tạo ra một lời giải hình như lâu dài cho một nhóm các vấn đề nổi bật và vẫn bất đồng, đôi khi không có ý thức về sự bất đồng, về các đặc trưng trừu tượng cá biệt làm cho các lời giải đó dài lâu. Tức là, họ có thể đồng ý trong *sự nhận diện* của họ về một khung mẫu mà không đồng ý về, hoặc thậm chí không thử tạo ra, một *diễn giải* đầy đủ về nó hay sự *hợp lí hoá nó*. Thiếu một diễn giải chuẩn hay một sự qui thống nhất về các qui tắc sẽ không cản trở một khung mẫu hướng dẫn việc nghiên cứu. Khoa học thông thường có thể được xác định một phần bằng trực tiếp kiểm tra các khung mẫu, một quá trình được giúp đỡ bởi nhưng không phụ thuộc vào việc trình bày các qui tắc và các giả thiết. Thật vậy, sự tồn tại của một khung mẫu thậm chí không cần ngụ ý rằng tồn tại bất cứ tập đầy đủ nào của các qui tắc.[38]

Chắc hẳn, tác động đầu tiên của các tuyên bố đó nêu ra các vấn đề. Khi thiếu một tập các qui tắc có đủ khả năng, cái gì giới hạn nhà khoa học đối với một truyền thống khoa học thông thường cá biệt? Lối nói 'sự kiểm tra trực tiếp các khung mẫu' có nghĩa là gì? Các câu trả lời một phần cho các câu hỏi giống thế này được Ludwig Wittgenstein trình bày, tuy trong một ngữ cảnh rất khác. Bởi vì ngữ cảnh đó vừa sơ đẳng hơn vừa quen thuộc hơn, sẽ có ích để đầu tiên đi xem xét dạng lập luận của ông. Wittgenstein hỏi, chúng ta cần biết gì để áp dụng các từ như 'ghế', hay 'lá' hay 'trò chơi' một cách rõ ràng và không có lí lẽ gây bực mình?[39]

Câu hỏi đó rất cổ xưa và nói chung được trả lời bằng nói rằng chúng ta phải biết, có ý thức hay qua trực giác, một cái ghế hay chiếc lá, hay trò chơi *là gì*. Tức là, chúng ta phải nắm được tập của các thuộc tính chung cho tất cả các trò chơi và chỉ cho các trò chơi. Wittgenstein, tuy vậy, kết luận rằng, căn cứ vào cách chúng ta dùng ngôn ngữ và loại thế giới mà chúng ta áp dụng nó vào, không cần đến tập đặc trưng nào như vậy. Tuy một thảo luận về *một số* thuộc tính được *một số* trò chơi hay ghế hay lá chia sẻ thường giúp chúng ta học áp dụng từ tương ứng ra sao, không có tập nào của các đặc trưng đồng thời áp dụng được cho tất cả các thành viên của một lớp và cho riêng chúng. Thay vào đó, đối mặt với một hoạt động trước đó chưa quan sát thấy, chúng ta áp dụng từ 'trò chơi' bởi vì cái chúng ta đang quan sát có "nét giống-họ hàng" sát với một số hoạt động mà trước đó chúng ta đã học để gọi bằng cái tên ấy. Nói tóm lại, đối với Wittgenstein các trò chơi, các ghế, và các lá là các họ tự nhiên, mỗi họ được cấu tạo bởi một màng lưới của các sự giống nhau chồng chéo. Sự tồn tại của một mạng lưới như vậy giải thích đủ cho thành công của chúng ta trong nhận diện đối tượng hay hoạt động tương ứng. Chỉ nếu các họ mà chúng ta gọi tên chồng lên nhau và hợp nhất với nhau – tức là, chỉ nếu không có các họ tự nhiên – thì sự thành công của chúng ta trong nhận diện và gọi tên mới cung cấp bằng chứng cho một tập của các đặc trưng chung tương ứng với mỗi lớp tên chúng ta áp dụng.

Cái gì đó cùng loại rất có thể đúng cho các vấn đề nghiên cứu và kĩ thuật khác nhau nảy sinh trong phạm vi một truyền thống khoa học thông thường duy nhất. Cái chung của những cái này không phải là chúng thoả mãn tập rõ rệt nào đó hay thậm chí tập có thể khám phá ra đầy đủ của các qui tắc và các giả thiết những cái cho truyền thống ấy các đặc trưng của nó và ảnh hưởng của nó lên trí óc khoa học. Thay vào đó, chúng có thể có quan hệ bởi sự giống nhau và bởi sự bắt chước phần này hay phần kia của bộ sưu tập khoa học mà cộng đồng đang nói đến đã thừa nhận rồi như trong số các thành tựu vững chắc của nó. Các nhà khoa học làm việc từ các hô hình nhận được qua giáo dục và qua tiếp xúc sau đó với tài liệu khoa học, thường không hoàn toàn biết hay cần biết các đặc trưng nào đã cho các mô hình này địa vị của các khung mẫu của cộng đồng. Và bởi vì họ làm như thế, họ không cần đến tập đầy đủ các qui tắc. Sự cố kết, do truyền thống nghiên cứu trong đó họ tham gia biểu lộ, có thể không ngụ ý ngay cả sự tồn tại một tập cơ sở của các qui tắc và giả thiết mà sự khảo sát lịch sử hay triết học thêm có thể tiết lộ. Rằng các nhà khoa học thường thường không hỏi hay tranh luận cái gì làm cho một vấn đề hay lời giải cá biệt hợp pháp, xui ta đi giả sử rằng, chí ít qua trực giác, họ biết câu trả lời. Song có thể nó chỉ ngụ ý là hình như câu hỏi không và câu trả lời cũng không có liên quan đến nghiên cứu của họ. Các khung mẫu có thể trước, trói buộc hơn, và đầy đủ hơn bất cứ tập nào của các qui tắc cho nghiên cứu có thể được trừu tượng hoá một cách dứt khoát từ chúng.

Cho đến đây điểm này là hoàn toàn có tính lí thuyết: các khung mẫu *có thể* xác định khoa học thông thường mà không có sự can thiệp của các qui tắc có thể được phát hiện ra. Bây giờ hãy để tôi thử làm tăng cả sự sáng sủa lẫn sự khẩn cấp của nó bằng cho biết một số lí do để tin rằng các khung mẫu có hoạt động theo cách này. Lí do thứ nhất, đã được thảo luận khá đầy đủ, là khó khăn gay gắt của việc khám phá ra các qui tắc hướng dẫn các truyền thống khoa học thông thường cá biệt. Khó khăn đó gần hệt như khó khăn mà nhà triết học gặp phải khi thử nói tất cả các trò chơi có cái gì chung. Lí do thứ hai, mà cái thứ nhất thực sự là một hệ quả, có gốc rễ trong bản tính của giáo dục khoa học. Phải là rõ rồi, các nhà khoa học chẳng bao giờ học các khái niệm, qui luật, và lí thuyết một cách trừu tượng và tự họ. Thay vào đó, đã gặp các công cụ trí tuệ này từ đầu trong đơn vị trước về mặt lịch sử và sư phạm cái phơi bày chúng với và qua các ứng dụng của chúng. Một lí thuyết mới luôn được công bố cùng với các ứng dụng cho dải nào đó của các hiện tượng tự nhiên; không có chúng thậm chí nó không là một ứng viên để chấp nhận. Sau khi nó đã được chấp nhận, cũng các ứng dụng ấy hay các ứng dụng khác đi cùng lí thuyết vào các sách giáo khoa từ đó nhà thực hành tương lai sẽ học nghề của mình. Chúng không phải ở đó chỉ như đồ trang trí hay thậm chí như tư liệu. Ngược lại, quá trình học một lí thuyết phụ thuộc vào nghiên cứu ứng dụng, kể cả thực hành giải quyết-vấn đề cả với bút chì và giấy lẫn với các các công cụ trong phòng thí nghiệm. Nếu, thí dụ, nhà nghiên cứu động

học Newtonian từng khám phá ra ý nghĩa của các từ như ‘lực’, ‘khối lượng’, ‘không gian’, và ‘thời gian’, anh ta làm vậy ít hơn từ các định nghĩa không đầy đủ tuy đôi khi hữu ích trong sách giáo khoa của mình so với bằng quan sát và tham gia vào áp dụng các khái niệm này cho giải quyết-vấn đề.

Rằng quá trình học bằng luyện tay hay học bằng hành (làm) tiếp tục suốt quá trình nhập môn chuyên nghiệp. Khi sinh viên xuất phát từ khoá học năm thứ nhất tới và đến cuối luận văn tiến sĩ của mình, các vấn đề được phân cho anh ta trở nên phức tạp hơn và ít hoàn toàn có tiền lệ hơn. Song chúng tiếp tục theo gương các thành tựu trước y như các vấn đề mà anh ta thường thường bận rộn với trong sự nghiệp khoa học độc lập tiếp sau của mình. Người ta tự do để giả sử là, ở đâu đó dọc đường nhà khoa học đã trừu tượng hoá các qui tắc của trò chơi cho bản thân mình một cách trực giác, nhưng có ít lí do để tin điều đó. Tuy nhiều nhà khoa học nói dễ dàng và khéo về các giả thuyết cá nhân cá biệt làm nền tảng cho một bộ phận cụ thể của nghiên cứu hiện thời, họ khá hơn thường dân một chút về mô tả đặc trưng các cơ sở đã xác lập của lĩnh vực của họ, các vấn đề chính đáng và các phương pháp của nó. Nếu họ có học được các sự trừu tượng hoá như vậy chút nào, họ chứng tỏ nó qua khả năng của họ để thực hiện nghiên cứu thành công. Khả năng đó, tuy vậy, có thể được hiểu mà không cầu viện đến các qui tắc giả thuyết của trò chơi.

Các hậu quả của giáo dục khoa học có một nghịch đề cung cấp một lí do thứ ba để giả sử rằng các khung mẫu hướng dẫn nghiên cứu bằng làm mẫu trực tiếp cũng như qua các qui tắc được trừu tượng hoá. Khoa học thông thường có thể tiến triển không có các qui tắc chỉ chừng nào mà cộng đồng khoa học có liên quan chấp nhận các cách giải quyết-vấn đề cá biệt đã đạt được mà không có nghi ngờ. Các qui tắc vì thế phải trở nên quan trọng và sự hờ hững đặc trưng về chúng phải biến mất mỗi khi cảm thấy các khung mẫu hay các mô hình là bấp bênh. Hơn nữa, đó chính xác là cái có xảy ra. Đặc biệt, thời kì trước-khung mẫu được đánh dấu đều đặn bằng các cuộc tranh luận thường xuyên và sâu sắc về các phương pháp hợp pháp, các vấn đề, và các tiêu chuẩn của lời giải, tuy chúng đúng hơn phục vụ cho việc xác định rõ các trường phái hơn là để tạo ra sự thoả thuận. Chúng ta đã lưu ý đến vài tranh luận này trong quang học và điện học rồi, và chúng đã đóng một vai trò thậm chí lớn hơn trong sự phát triển của hoá học thế kỉ mười bảy và của địa chất học đầu thế kỉ mười chín.[40] Vả lại, các tranh luận như thế này không biến mất dứt khoát với sự xuất hiện của một khung mẫu. Tuy hầu như không tồn tại suốt các thời kì của khoa học thông thường, chúng tái diễn một cách đều đặn đúng trước và trong các cuộc cách mạng khoa học, các thời kì khi các khung mẫu đầu tiên bị tấn công và sau đó dễ bị thay đổi. Quá độ từ cơ học Newton sang cơ học lượng tử gây ra nhiều tranh luận về cả bản chất và các tiêu chuẩn của vật lí học, một số vẫn tiếp tục.[41] Có những người còn sống ngày nay có thể nhớ đến các lí lẽ tương tự do lí thuyết điện từ của Maxwell và cơ học thống kê gây ra.[42] Và còn sớm hơn, sự đồng hoá của cơ học Galileo và Newton đã gây ra một loạt tranh luận đặc biệt nổi tiếng với những người theo Aristotle, Decarstes, và Leibnitz về các tiêu chuẩn hợp pháp đối với khoa học.[43] Khi các nhà khoa học bất đồng về liệu các vấn đề cơ bản của lĩnh vực của họ đã được giải quyết chưa, việc tìm các qui tắc có được một chức năng mà nó bình thường không có. Tuy vậy, trong khi các khung mẫu còn vững chắc chúng có thể hoạt động mà không có thoả thuận về hợp lí hoá hay không hề có bất cứ sự hợp lí hoá nào được thử cả.

Lí do thứ tư để cho các khung mẫu một địa vị trước địa vị của các qui tắc và giả thiết dùng chung có thể kết thúc mục này. Dẫn nhập cho tiểu luận này đã gợi ý rằng có thể có các cuộc cách mạng nhỏ cũng như các cuộc cách mạng lớn, một số cuộc cách mạng ảnh hưởng chỉ đến các thành viên của một chuyên ngành con, và đối với các nhóm như vậy ngay cả sự phát hiện ra một hiện tượng mới và bất ngờ có thể là cách mạng. Mục tiếp theo sẽ giới thiệu các cuộc cách mạng được lựa chọn thuộc loại đó, và còn xa mới rõ làm sao chúng có thể tồn tại. Nếu khoa học thông thường cứng nhắc đến vậy và nếu các cộng đồng khoa học kết chặt với nhau đến vậy như thảo luận ở trước ngụ ý, làm sao một sự thay đổi khung mẫu có thể tác động chỉ đến một nhóm nhỏ? Cái được nói cho đến đây có vẻ như hàm ý rằng khoa học thông thường là một hoạt động chuyên môn nguyên khối duy nhất và thống nhất, nó phải đứng vững hay sụp đổ với bất cứ khung mẫu nào trong các khung mẫu của nó cũng như với tất cả chúng cùng nhau. Nhưng khoa học hiếm khi hay chẳng

bao giờ giống như thế. Thay vào đó, xét tất cả các lĩnh vực cùng nhau, nó thường có vẻ là một cấu trúc hơi xiêu vẹo với ít cố kết giữa các phần khác nhau của nó. Tuy vậy, không gì được nói cho điểm này xung đột với quan sát rất quen thuộc đó. Ngược lại, thay các khung mẫu cho các qui tắc phải làm cho tính đa dạng của các lĩnh vực và các chuyên môn khoa học dễ hiểu hơn. Các qui tắc tường minh, khi chúng tồn tại, thường thường là chung cho nhóm khoa học rất rộng, nhưng các khung mẫu không cần là vậy. Các nhà thực hành các lĩnh vực tách biệt xa, thiên văn học và thực vật học phân loại chẳng hạn, được giáo dục bằng tiếp xúc với các thành tựu hoàn toàn khác nhau được mô tả trong các sách rất khác nhau. Và ngay cả những người, ở trong cùng lĩnh vực hay ở các lĩnh vực có quan hệ mật thiết với nhau, bắt đầu bằng nghiên cứu cùng các sách và các thành tựu, có thể đạt được các khung mẫu khá khác nhau trong tiến trình chuyên môn hoá nghề nghiệp.

Hãy xét, để cho một thí dụ duy nhất, cộng đồng khá lớn và đa dạng gồm tất cả các nhà khoa học vật lí. Mỗi thành viên của nhóm đều học các định luật của cơ học lượng tử, chẳng hạn, và hầu hết họ áp dụng các định luật này ở điểm nào đó trong nghiên cứu hay giảng dạy của họ. Nhưng không phải tất cả họ đều học cùng các ứng dụng của các định luật này, và vì thế không phải tất cả họ bị những thay đổi trong thực hành cơ học lượng tử ảnh hưởng theo cùng cách. Trên con đường chuyên môn hoá nghề nghiệp, ít nhà khoa học vật lí bắt gặp chỉ với các nguyên lí của cơ học lượng tử. Những người khác nghiên cứu chi tiết các ứng dụng khung mẫu của các nguyên lí này vào hoá học, còn số khác vào vật lí chất rắn, và v.v. Cơ học lượng tử có nghĩa là gì cho mỗi trong số họ phụ thuộc vào anh ta đã học các cua nào, đã đọc các sách giáo khoa nào, và nghiên cứu các tạp chí nào. Suy ra rằng, tuy một thay đổi về qui luật cơ học lượng tử sẽ có tính cách mạng cho tất cả các nhóm này, một sự thay đổi phản ánh chỉ một ứng dụng khung mẫu này hay ứng dụng khác của cơ học lượng tử chỉ có tính cách mạng cho các thành viên của một chuyên ngành con cá biệt. Đối với phần còn lại của nghề và đối với những người thực hành các khoa học vật lí khác, sự thay đổi đó không nhất thiết cách mạng chút nào. Vì thế, có thể xác định đồng thời nhiều truyền thống của khoa học thông thường chồng chéo nhau mà không là bao trùm. Một cuộc cách mạng xảy ra bên trong một trong các truyền thống này không nhất thiết mở rộng ra các truyền thống khác nữa.

Một minh hoạ ngắn gọn về ảnh hưởng của chuyên môn hoá có thể cho toàn bộ chuỗi điểm này thêm sức thuyết phục. Một nhà điều tra nghiên cứu, người hi vọng học cái gì đó về các nhà khoa học coi lí thuyết nguyên tử là gì, đã hỏi một nhà vật lí xuất sắc và một nhà hoá học xuất chúng liệu một nguyên tử helium duy nhất có là hay không là một phân tử. Cả hai trả lời không do dự, nhưng các câu trả lời của họ không phải như nhau. Đối với nhà hoá học nguyên tử helium là một phân tử bởi vì nó ứng xử như một phân tử đối với lí thuyết động lực khí. Mặt khác, đối với nhà vật lí nguyên tử helium không phải là một phân tử bởi vì nó không bộc lộ phổ phân tử.[44] Có lẽ cả hai đã cùng nói về một hạt, nhưng họ đã nhìn nó qua sự huấn luyện và thực hành nghiên cứu của riêng họ. Kinh nghiệm của họ trong giải quyết-vấn đề đã nói cho họ biết một phân tử phải là gì. Rõ ràng những kinh nghiệm của họ đã có nhiều cái chung, nhưng trong trường hợp này, chúng đã không nói cho hai nhà chuyên gia cùng một thứ. Khi chúng ta tiếp tục chúng ta sẽ phát hiện ra hậu quả của những sự khác biệt khung mẫu thuộc loại này đôi khi có thể thế nào.

VI. Dị thường và sự Nổi lên của các Phát minh Khoa học

Khoa học thông thường, hoạt động giải câu đố ta vừa khảo sát, là một hoạt động luỹ tích cao độ, rất thành công trong mục tiêu của nó, mở rộng đều đặn phạm vi và độ chính xác của tri thức khoa học. Về tất cả các khía cạnh này, với độ chính xác cao, nó hợp với hình ảnh thường dùng nhất về công tác khoa học. Thế nhưng thiếu một sản phẩm chuẩn của hoạt động khoa học. Khoa học thông thường không nhắm tới các sự mới lạ về sự thực hay lí thuyết và, khi thành công, không tìm thấy cái [mới lạ] nào. Tuy vậy, nghiên cứu khoa học hết lần này đến lần khác liên tục phát hiện ra các hiện tượng mới và bất ngờ, và các nhà khoa học đã không biết bao lần sáng chế ra các lí thuyết mới triệt để. Lịch sử thậm chí gợi ý rằng hoạt động khoa học đã phát triển một kĩ thuật hùng mạnh vô song để tạo ra những ngạc nhiên thuộc loại này. Nếu đặc trưng này của khoa học phải được hoà hợp với cái đã được nói, thì nghiên cứu dưới một khung mẫu phải là một cách hữu hiệu một phần để gây ra sự thay đổi khung mẫu. Đó là cái mà sự mới lạ về sự thực và lí thuyết làm. Được tạo ra tình cờ bởi một trò chơi dưới một tập các qui tắc, sự tiêu hoá chúng [các sự mới lạ] đòi hỏi dựng lên một tập qui tắc khác. Sau khi chúng đã trở thành một phần của khoa học, hoạt động khoa học chẳng bao giờ lại hoàn toàn như cũ, chí ít hoạt động của các chuyên gia mà trong lĩnh vực cá biệt của họ sự mới lạ được coi là hợp lệ.

Bây giờ chúng ta phải hỏi những thay đổi loại này có thể xảy ra thế nào, đầu tiên xem xét các phát minh, hay những mới lạ về sự thực, và sau đó các sáng chế, hay những mới lạ về lí thuyết. Rằng sự phân biệt giữa phát minh và sáng chế hay giữa sự thực và lí thuyết, tuy vậy, sẽ tức thì tỏ ra là cực kì nhân tạo. Tính nhân tạo của nó là một manh mối quan trọng cho nhiều trong các luận điểm chính của tiểu luận này. Xem xét các phát minh được chọn lựa ở phần còn lại của mục này, chúng ta mau chóng thấy rằng chúng không phải là các sự kiện cô lập mà là các thời kì kéo dài với một cấu trúc tái diễn đều đặn. Phát minh bắt đầu với sự nhận thức về sự dị thường, tức là với sự thừa nhận rằng không biết làm sao tự nhiên đã vi phạm các mong đợi của khung mẫu những cái chi phối khoa học thông thường. Sau đó nó tiếp tục với một sự thăm dò ít nhiều được mở rộng về lĩnh vực dị thường. Và nó khép lại chỉ khi lí thuyết mẫu đã được hiệu chỉnh sao cho dị thường trở thành cái được mong đợi. Sự đồng hoá một loại sự thực mới đòi hỏi nhiều hơn sự hiệu chỉnh thêm vào lí thuyết, và cho đến khi sự hiểu chỉnh đó hoàn tất – trước khi nhà khoa học đã học để nhìn tự nhiên theo một cách khác – sự thực mới không hoàn toàn là một sự thực khoa học chút nào.

Để thấy sự mới lạ về sự thực và lí thuyết đan xen nhau thế nào trong phát minh khoa học, hãy xét một thí dụ cá biệt nổi tiếng, sự khám phá ra oxy. Ít nhất ba người khác nhau có đòi hỏi chính đáng đối với nó, và nhiều nhà hoá học khác, vào đầu các năm 1770, hẳn đã làm giàu không khí trong bình ở phòng thí nghiệm mà không biết đến nó.[45] Sự tiến bộ của khoa học thông thường, ở trường hợp này là hoá học khí lực, đã dọn đường cho sự đột phá khá kĩ lưỡng. Người sớm nhất trong những người đòi quyền đối với sự điều chế một mẫu khí tương đối tinh khiết đã là nhà bào chế thuốc Thuỵ Điển, C. W. Scheele. Tuy vậy, ta có thể bỏ qua công trình của ông vì nó không được công bố trước khi sự phát minh ra oxy đã được công bố lặp đi lặp lại ở nơi khác và như thế đã không có ảnh hưởng nào đến hình mẫu lịch sử liên quan hơn cả đến chúng ta ở đây.[46] Người thứ hai theo thời gian để đưa ra đòi hỏi là nhà khoa học và nhà thần học Anh, Joseph Priestley, đã thu khí do oxide thuỷ ngân bị đốt nóng giải phóng ra như một khoản trong một khảo sát thông thường kéo dài về "không khí" được rút ra từ nhiều chất rắn. Năm 1774 ông nhận diện khí được tạo ra như vậy như oxide nitric, và năm 1775, do các kiểm tra thêm, như không khí bình thường với lượng yếu tố cháy [nhiên tố][*] ít hơn bình thường. Người đòi hỏi thứ ba, Lavoisier, bắt đầu công việc dẫn ông tới oxy sau các thí nghiệm của Priesley năm 1774 và có lẽ như kết quả của một ám chỉ từ Priesley. Đầu năm 1775 Lavoisier tường thuật rằng khí nhận được bằng làm nóng oxide thuỷ ngân đỏ là "bản thân không khí hoàn toàn không có sự thay đổi [trừ việc] .. nó tinh khiết hơn, có thể hít thở được hơn".[47] Vào năm 1777, có lẽ với sự giúp đỡ của một ám chỉ thứ hai từ Priesley, Lavoisier đã kết luận rằng khí là một loại khác, một trong hai thành phần chính của không khí, một kết luận mà Priesley chẳng bao giờ có thể chấp nhận.

Hình mẫu này của sự phát minh nêu ra câu hỏi có thể được hỏi về mỗi hiện tượng mới từng được các nhà khoa học ý thức. Nếu một trong hai, thì người đầu tiên khám phá ra oxy là Priestley hay Lavoisier? Trong mọi trường hợp, oxy được khám phá ra khi nào? Ở dạng đó, câu hỏi có thể được hỏi ngay cả nếu giả như chỉ có một người đòi duy nhất. Với tư cách một quyết định về địa vị đứng đầu [priority] và ngày tháng [của một phát minh], một câu trả lời chẳng hề liên quan đến chúng ta chút nào. Tuy nhiên, một nỗ lực để đưa ra một câu trả lời sẽ làm sáng tỏ bản chất của sự phát minh, bởi vì không có câu trả lời nào thuộc loại được tìm. Phát minh không phải là loại quá trình mà câu hỏi về nó được hỏi một cách thích hợp. Sự thực là nó được hỏi – vị trí hàng đầu cho sự phát minh ra oxy đã bị tranh giành liên hồi từ các năm 1780 – là một triệu chứng về cái gì đó lệch lạc trong hình ảnh của khoa học, hình ảnh cho sự phát minh một vai trò cơ bản đến như thế. Ngó lại thí dụ của chúng ta lần nữa. Yêu sách của Priesley đối với sự khám phá ra oxy dựa trên việc ông là người đầu tiên cô lập một loại khí muộn hơn được thừa nhận như một loại khác biệt. Nhưng mẫu khí của Priesley đã không tinh khiết, và, nếu nắm được oxy không tinh khiết trong tay là khám phá ra nó, thì việc đó được làm bởi bất cứ ai đã từng đóng chai không khí. Vả lại, nếu Priesley là nhà phát minh, sự phát minh được tiến hành khi nào? Năm 1774 ông nghĩ rằng ông đã nhận được oxide nitric, một loại ông đã biết rồi; năm 1775 ông thấy khí đó như không khí bị mất nhiên tố (dephlogisticated air), cái vẫn chưa phải là oxy hoặc thậm chí, đối với các nhà hoá học nhiên tố, là một loại khí hoàn toàn bất ngờ. Đòi hỏi của Lavoisier có thể vững chắc hơn, nhưng nó đặt ra cùng vấn đề. Nếu từ chối trao vòng nguyệt quế cho Priesley, chúng ta không thể trao nó cho Lavoisier vì công trình năm 1775 đã dẫn ông đến đồng nhất khí đó như "bản thân không khí hoàn toàn". Có lẽ chúng ta đợi đến công trình năm 1776 và 1777 đã dẫn ông thấy không chỉ khí đó mà cả khí đó là gì nữa. Thế nhưng ngay cả phần thưởng này có thể bị nghi ngờ, vì năm 1777 và cho đến cuối đời Lavoisier đã khăng khăng rằng oxy là một "nguyên lí" nguyên tử "của tính axit" và rằng khí oxy chỉ hình thành khi "nguyên lí" đó hợp nhất với caloric, vật chất của nhiệt. [48] Chúng ta vì thế sẽ nói rằng oxy đã chưa được phát minh ra vào năm 1777? Ai đó có thể bị cám dỗ để làm vậy. Song nguyên lí của tính axit đã không bị trục xuất khỏi hoá học cho đến sau 1810, và caloric còn nấn ná cho đến các năm 1860. Oxy đã trở thành một chất hoá học chuẩn trước cả hai thời điểm đó.

Rõ ràng chúng ta cần một từ vựng và các khái niệm mới để phân tích các sự kiện như sự phát minh ra oxy. Tuy rõ ràng đúng, câu, "Oxy được khám phá ra", làm lạc lối bằng gợi ý rằng khám phá ra cái gì đó là một hành động đơn giản duy nhất có thể đồng hoá được cho khái niệm thông thường (và cũng đáng ngờ) của chúng ta về nhìn thấy. Đó là vì sao chúng ta dễ dàng cho rằng sự khám phá ra, giống như sự nhìn thấy hay sờ thấy, có thể được qui dứt khoát cho một cá nhân và một thời điểm. Nhưng việc qui sau [cho một thời điểm] luôn là không thể làm được, và thường cả việc trước nữa. Bỏ qua Scheele, chúng ta có thể nói chắc chắn rằng oxy đã không được khám phá ra trước 1774, và có lẽ chúng ta cũng có thể nói rằng nó được phát minh ra vào năm 1777 hay không lâu sau đó. Nhưng trong phạm vi các giới hạn đó hay các giới hạn khác giống chúng, bất cứ nỗ lực nào để xác định thời gian phát minh phải chắc hẳn là tuỳ tiện bởi vì khám phá ra một loại hiện tượng mới nhất thiết là một sự kiện phức tạp, dính dáng đến cả cái gì đó *ấy* là và nó là *gì*. Lưu ý, thí dụ, rằng nếu oxy là không khí bị mất nhiên tố đối với chúng ta, ta sẽ khẳng định không do dự rằng Priesley đã phát minh ra nó, tuy chúng ta vẫn chưa biết đúng là khi nào. Nhưng nếu cả quan sát lẫn sự quan niệm, sự thực và sự đồng hoá đối với lí thuyết, gắn kết không tách rời được trong phát minh, thì phát minh là một quá trình và phải tốn thời gian. Chỉ khi tất cả các phạm trù quan niệm liên quan đã được chuẩn bị trước, trong trường hợp đó hiện tượng sẽ không là một loại mới, thì khám phá ra *cái đó* và khám phá ra cái gì mới có thể xuất hiện dễ dàng, cùng nhau, và ở một thời điểm.

Bây giờ thừa nhận rằng phát minh dính đến một quá trình kéo dài, tuy không nhất thiết lâu, về tiêu hoá quan niệm. Chúng ta có thể cũng nói rằng nó kéo theo một sự thay đổi trong khung mẫu? Vẫn chưa thể cho câu trả lời chung nào cho câu hỏi đó, nhưng chí ít trong trường hợp này, câu trả lời phải là có. Cái Lavoisier công bố trong các bài báo của ông từ 1777 trở đi không phải là sự khám phá ra oxy mà là lí thuyết oxy về sự cháy. Lí thuyết đó là hòn đá tảng cho một sự cải cách lại hoá học sâu rộng đến mức nó

thường được gọi là cách mạng hoá học. Quả thực, nếu giả như sự phát minh ra oxy đã không phải là phần mật thiết của sự nổi lên của một khung mẫu mới cho hoá học, thì vấn đề địa vị đứng đầu mà chúng ta bàn ở trên chẳng bao giờ có vẻ quan trọng đến vậy. Trong trường hợp này cũng như trường hợp khác, giá trị được gán cho một hiện tượng mới và như thế cho người phát minh ra nó, thay đổi với đánh giá của chúng ta về mức độ mà hiện tượng ấy vi phạm các mong đợi do khung mẫu khêu gợi. Tuy vậy, vì muộn hơn sẽ là quan trọng, nên phải lưu ý rằng sự khám phá ra oxy bản thân nó không phải là nguyên nhân của sự thay đổi lí thuyết hoá học. Từ lâu trước khi ông đóng bất cứ vai trò nào trong sự phát minh ra loại khí mới, Lavoisier đã tin chắc rằng có cái gì đó không ổn với cả lí thuyết nhiên tố [chất cháy] và rằng các vật thể cháy hấp thu phần nào đó của khí quyển. Ngần ấy đã được ông nghi chép trong một bức thư niêm phong được kí thác cho Thư kí của Viện Hàn lâm Pháp năm 1772.[49] Cái mà công trình về oxy đã làm là cung cấp nhiều hình thức và cấu trúc thêm cho cảm giác trước đây của Lavoisier rằng có cái gì đó không ổn. Nó nói cho ông cái mà ông đã sẵn sàng rồi để khám phá – bản chất của chất liệu mà sự cháy loại khỏi bầu không khí. Nhận thức trước các khó khăn hẳn là một phần đáng kể của cái cho phép Lavoisier nhìn thấy ở các thí nghiệm, như thí nghiệm khí của Priesley, cái mà bản thân Priesley đã không có khả năng thấy. Ngược lại, sự thực rằng một sự xét lại sâu rộng khung mẫu là cần thiết để thấy cái Lavoisier đã thấy, là lí do chính vì sao Priesley đã không có khả năng thấy nó cho đến tận cuối đời ông.

Hai thí dụ khác và ngắn hơn nhiều sẽ củng cố nhiều cho cái vừa được nói và đồng thời đưa chúng ta từ sự làm sáng tỏ bản chất của các phát minh tới sự hiểu biết về hoàn cảnh dưới đó chúng nổi lên trong khoa học. Trong một nỗ lực để trình bày những cách chính, theo đó các phát minh có thể xảy ra, các thí dụ này được chọn để khác cả với nhau và khác sự khám phá ra oxy. Thí dụ thứ nhất, X-quang, là trường hợp cổ điển về phát minh nhờ tình cờ, một kiểu xảy ra thường xuyên hơn các tiêu chuẩn khách quan về báo cáo khoa học cho phép chúng ta dễ nhận ra. Câu chuyện về nó bắt đầu vào ngày mà nhà vật lí Roentgen ngưng khảo sát bình thường về các tia cathode vì ông để ý thấy màn hình barium platinocyanide để cách xa máy được che của ông một chút đã bừng sáng khi phóng điện đang trong quá trình. Các khảo sát thêm – cần đến bảy tuần cuồng nhiệt mà Roentgen đã hiếm khi rời phòng thí nghiệm – cho thấy nguyên nhân của sự bừng sáng đã đến thẳng từ ống tia cathode, và phát xạ ngả bóng, không thể bị nam châm làm lệch, và nhiều tính chất khác nữa. Trước khi công bố khám phá của mình, Roentgen đã tự thuyết phục mình rằng hiệu ứng của ông không do các tia cathode mà do một tác nhân chí ít có sự giống nào đó với ánh sáng.[50]

Dẫu có ngắn, bản tóm tắt tiết lộ sự tương tự nổi bật với sự khám phá ra oxy: trước khi thí nghiệm với oxide thuỷ ngân đỏ, Lavoisier đã làm các thí nghiệm không tạo ra các kết quả được dự kiến dưới khung mẫu nhiên tố; phát minh của Roentgen bắt đầu với sự nhận ra là màn hình đã bừng sáng khi nó không được làm thế. Trong cả hai trường hợp sự nhận thức về cái dị thường – về một hiện tượng mà khung mẫu đã không chuẩn bị cho nhà nghiên cứu sẵn sàng – đã đóng một vai trò cốt yếu để dọn đường cho nhận thức về cái mới. Nhưng, lần nữa ở cả hai trường hợp, sự nhận biết rằng đã có cái gì đó sai chỉ là khúc dạo đầu cho phát minh. Cả oxy lẫn tia-X đã chẳng hiện ra mà không có một quá trình thêm về thí nghiệm và đồng hoá. Chúng ta phải nói, chẳng hạn, tại điểm nào trong khảo sát của Roentgen tia-X đã thật sự được khám phá ra? Trong mọi trường hợp, không phải là lúc đầu tiên khi tất cả cái ông nhận thấy đã [chỉ] là một màn hình bừng sáng. Ít nhất một nhà khảo sát khác đã nhìn thấy sự bừng sáng đó và, với sự buồn nản tiếp sau của ông ta, chẳng hề phát hiện ra gì cả.[51] Hầu như cũng rõ thế, chẳng thể đẩy thời điểm phát minh đến điểm ở tuần khảo sát cuối của ông, khi Roentgen khảo sát tỉ mỉ các tính chất của bức xạ mới mà ông *đã* phát minh ra *rồi*. Chúng ta chỉ có thể nói rằng X-quang đã hiện ra ở Würzburg giữa mùng 8 tháng 11 và 28 tháng 12 năm 1895.

Trong lĩnh vực thứ ba, tuy vậy, sự giống nhau đáng kể giữa sự phát minh ra oxy và X-quang là ít rõ ràng hơn nhiều. Không giống sự phát minh ra oxy, sự khám phá ra X-quang đã không, chí ít cho một thập niên sau sự kiện, dính vào bất cứ chấn động hiển nhiên nào về lí thuyết khoa học. Thế thì, theo nghĩa nào có thể nói là sự đồng hoá của phát minh đó đã bắt khung mẫu phải thay đổi? Lí lẽ để chống một sự thay đổi như

vậy là rất mạnh. Chắc chắn, các khung mẫu được Roentgen và những người cùng thời ông tán thành không thể được dùng để tiên đoán các tia X. (Lí thuyết điện từ của Maxwell đã chưa được chấp nhận ở mọi nơi, và lí thuyết hạt về tia cathode đã là một suy đoán duy nhất trong nhiều suy đoán thịnh hành). Nhưng cả hai khung mẫu đó đều không, chí ít theo bất cứ ý nghĩa hiển nhiên nào, cấm sự tồn tại của các tia-X, như lí thuyết nhiên tố đã cấm diễn giải của Lavoisier về khí của Priestley. Ngược lại, lí thuyết và thực hành khoa học được chấp nhận 1895 đã thừa nhận một số dạng bức xạ – nhìn thấy, hồng ngoại, và cực tím. Vì sao các tia-X không được chấp nhận như một dạng nữa của một lớp được biết kĩ của các hiện tượng tự nhiên? Vì sao chúng lại không được đón nhận theo cùng cách như sự phát minh ra một nguyên tố hoá học mới? Các nguyên tố mới để lấp đầy các ô trống của bảng tuần hoàn vẫn được tìm và thấy trong thời Roentgen. Đi tìm chúng đã là một dự án chuẩn của khoa học thông thường, và thành công là một cơ hội chỉ để chúc mừng, không phải để ngạc nhiên.

Tia-X, tuy vậy, được đón chào không chỉ với sự ngạc nhiên mà với cú sốc. Lord Kelvin lúc đầu tuyên bố chúng như một trò lừa tinh vi.[52] Những người khác, tuy không thể nghi ngờ bằng chứng, rõ ràng đã bị choáng váng. Tuy tia-X không bị lí thuyết được xác lập cấm, nó vi phạm sâu sắc những kì vọng đã ăn sâu. Những kì vọng đó, tôi gợi ý, ngầm ẩn trong thiết kế của và diễn giải về các thủ tục phòng thí nghiệm đã được xác lập. Vào các năm 1890 thiết bị tia cathode đã được triển khai rộng ở nhiều phòng thí nghiệm châu Âu. Nếu máy của Roentgen đã tạo ra tia X, thì một số nhà thực nghiệm khác trong một thời gian hẳn phải đã tạo ra các tia này mà chẳng biết đến nó. Có lẽ những tia ấy, cũng rất có thể có các nguồn không được hoàn toàn thừa nhận, đã dính líu vào ứng xử được giải thích ở trước mà không nhắc đến chúng. Ít nhất, nhiều loại máy móc quen biết từ lâu có thể phải được che chắn bằng chì trong tương lai. Công việc đã hoàn tất trước đây dựa vào các dự án thông thường bây giờ phải làm lại bởi vì sớm hơn các nhà khoa học đã không nhận ra và kiểm soát được một biến số liên quan. Tia-X, chắc chắn, mở ra một lĩnh vực mới và như thế làm tăng thêm phạm vi tiềm năng của khoa học thông thường. Nhưng chúng cũng làm thay đổi các lĩnh vực đã tồn tại rồi, và đấy là điểm quan trọng nhất bây giờ. Trong quá trình đó chúng phủ nhận các loại trang bị máy móc theo khung mẫu trước đây, phủ nhận quyền của chúng để có tư cách đó.

Tóm lại, ý thức được hay không, quyết định để áp dụng một cái máy cá biệt nào đó và dùng nó theo một cách cá biệt nào đó mang theo một giả thiết rằng chỉ loại tình huống nào đó sẽ xảy ra. Có các kì vọng trang bị cũng như lí thuyết, và chúng thường đóng một vai trò quyết định trong sự phát triển khoa học. Một kì vọng như vậy, thí dụ, là một phần của câu chuyện về sự phát minh bị muộn của oxy. Dùng một kiểm nghiệm chuẩn cho "tinh chất của không khí", cả Priesley lẫn Lavoisier đã trộn hai dung tích khí của họ với một dung tích oxide nitric, lắc hỗn hợp khí trên nước, và đo dung tích khí còn lại. Kinh nghiệm trước đây, mà từ đó thủ tục chuẩn này đã tiến triển, đảm bảo cho họ rằng với không khí khí quyển, thì khí còn dư sẽ là một dung tích và đối với bất cứ khí khác nào (hay không khí bị ô nhiễm) nó sẽ lớn hơn [một dung tích]. Trong các thí nghiệm oxy cả hai đều thấy khí còn lại gần một [dung tích] và họ đã nhận diện khí một cách phù hợp. Chỉ muộn hơn nhiều và một phần do tình cờ mà Priesley không theo thủ tục chuẩn và thử trộn oxide nitric và khí của ông theo các tỉ lệ khác. Rồi ông thấy rằng với dung tích oxide nitric gấp bốn thì hầu như không còn khí dư nào cả. Cam kết của ông với thủ tục test ban đầu – một thủ tục được nhiều kinh nghiệm trước thừa nhận – đã đồng thời là một cam kết với sự không tồn tại của khí có thể ứng xử như oxy ứng xử.[53]

Các minh hoạ loại này có thể tăng lên rất nhiều, thí dụ, bằng nhắc đến sự nhận diện bị muộn của sự phân rã uran. Một lí do vì sao phản ứng hạt nhân đó tỏ ra đặc biệt khó nhận ra đã là những người, biết phải mong đợi cái gì khi bắn phá uran, chọn các test nhắm chủ yếu đến các nguyên tố từ phía trên của bảng tuần hoàn.[54] Liệu chúng ta nên kết luận từ tính thường xuyên mà các cam kết về trang thiết bị như vậy tỏ ra lầm lạc rằng khoa học phải bỏ các test chuẩn và các trang thiết bị chuẩn? Điều đó có thể gây ra một phương pháp nghiên cứu không thể tưởng tượng được. Các thủ tục và các ứng dụng khung mẫu là cần thiết cho khoa học như các định luật và lí thuyết khung mẫu, và chúng có cùng ảnh hưởng. Chắc hẳn, chúng giới hạn lĩnh

vực hiện tượng học có thể tiếp cận được cho khảo sát khoa học ở bất cứ thời gian cho trước nào. Thừa nhận ngần ấy, chúng ta đồng thời có thể thấy một ý nghĩa thực chất trong đó một phát minh như tia-X đòi phải có thay đổi khung mẫu – và vì thế thay đổi cả các thủ tục và những kì vọng – đối với một mảng đặc biệt của cộng đồng khoa học. Kết quả là, chúng ta cũng có thể hiểu làm thế nào phát minh ra tia-X có thể có vẻ mở ra một thế giới mới, lạ kì cho nhiều nhà khoa học và như vậy tham gia hữu hiệu đến vậy vào cuộc khủng hoảng đã dẫn đến vật lí học thế kỉ hai mươi.

Thí dụ cuối cùng của chúng ta về phát minh khoa học, là sự khám phá ra bình Leyden, thuộc về một lớp có thể được mô tả như do lí thuyết xui khiến. Ban đầu, từ này có vẻ nghịch lí. Phần lớn cái đã được nói đến bây giờ gợi ý rằng các phát minh do lí thuyết tiên đoán trước là bộ phận của khoa học thông thường và không đưa đến *loại mới* về sự thực. Ở trước, chẳng hạn, tôi đã nhắc đến các khám phá ra các nguyên tố hoá học mới trong nửa cuối của thế kỉ mười chín như tiến trình từ khoa học thông thường theo cách đó. Nhưng không phải mọi lí thuyết đều là các lí thuyết khung mẫu. Cả trong các thời kì trước khung mẫu và trong các khủng hoảng dẫn đến những thay đổi lớn lao của khung mẫu, các nhà khoa học thường phát triển nhiều lí thuyết tư biện và lí thuyết chưa được trình bày rõ mà bản thân chúng có thể chỉ đường cho phát minh. Tuy vậy, thường phát minh đó không hoàn toàn là phát minh được lường trước bởi giả thuyết tư biện và có tính thăm dò. Chỉ khi thí nghiệm và lí thuyết có tính thăm dò được trình bày rõ để khớp với nhau thì phát minh mới nổi lên và lí thuyết trở thành một khung mẫu.

Phát minh ra bình Leyden phô bày tất cả các đặc tính này cũng khéo như các nét đặc biệt khác mà chúng ta đã quan sát thấy trước đây. Khi bắt đầu, đã không có một khung mẫu duy nhất cho nghiên cứu điện. Thay vào đó, có một số lí thuyết cạnh tranh nhau, tất cả đều có xuất xứ từ các hiện tượng tương đối dễ tiếp cận được. Chẳng lí thuyết nào trong số đó thành công trong sắp xếp đúng toàn bộ sự đa dạng của các hiện tượng điện. Sự thất bại đó là nguồn của nhiều dị thường tạo cơ sở cho sự phát minh ra bình Leyden. Một trong các trường phái tranh đua của các thợ điện [nhà nghiên cứu về điện] đã coi điện là một chất lỏng, và quan niệm đó đã dẫn một số người thử đóng chai chất lỏng bằng cách giữ một chiếc lọ thuỷ tinh chứa đầy nước trong tay và chạm nước vào một sợi dây dẫn treo lơ lửng từ một máy phát tĩnh điện. Khi tháo bình khỏi máy và chạm tay tự do vào nước (hay sợi dây dẫn nối với nó), mỗi trong các nhà khảo sát này đã trải nghiệm một cú sốc dữ dội. Các thí nghiệm đầu tiên này, tuy vậy, đã không cung cấp bình Leyden cho các thợ điện. Thiết bị hiện ra chậm hơn, và lại là không thể để nói đúng khi nào nó được phát minh ra. Các nỗ lực ban đầu để cất trữ chất lỏng điện đã hoạt động chỉ vì các nhà khảo sát đã cầm lọ trong tay trong khi đứng trên mặt đất. Các thợ điện vẫn phải học để biết rằng bình cần một lớp phủ dẫn điện bên ngoài cũng như một lớp bên trong và rằng chất lỏng thực sự không được trữ trong bình chút nào cả. Ở đâu đó trong tiến trình khảo sát đã cho họ thấy điều này, và đã giới thiệu với họ nhiều hiệu ứng dị thường khác, dụng cụ mà chúng ta gọi là bình Leyden hiện ra. Hơn nữa, các thí nghiệm đã dẫn đến sự nổi lên của nó, mà Franklin đã thực hiện nhiều trong số đó, cũng đã là các thí nghiệm đòi xem xét lại quyết liệt lí thuyết chất lỏng và như thế tạo ra khung mẫu đầy đủ đầu tiên cho điện học.[55]

Trong chừng mực ít nhiều (tương ứng với dải liên tục từ kết quả gây sốc đến kết quả được dự kiến), các đặc trưng chung đối với ba thí dụ trên là đặc trưng của tất cả các phát minh từ đó các loại hiện tượng mới nổi lên. Các đặc trưng đó bao gồm: sự nhận biết trước dị thường, sự nổi lên dần dần và đồng thời của cả sự thừa nhận về quan sát và quan niệm, và sự thay đổi tiếp theo của các phạm trù và các thủ tục khung mẫu thường đi kèm sự kháng cự. Thậm chí có bằng chứng rằng cùng các đặc trưng này được cấy sẵn vào bản chất của bản thân quá trình tri giác. Trong một thí nghiệm tâm lí học đáng được biết đến nhiều hơn nhiều ở ngoài nghề, Bruner và Postman đã yêu cầu các đối tượng thí nghiệm nhận diện một loạt các quân bài được bày ra đột ngột và được kiểm soát. Nhiều quân bài là bình thường, nhưng một số dị thường, thí dụ, một con sáu pích đỏ và một con bốn cơ đen. Mỗi cuộc thí nghiệm gồm bày chỉ một quân bài cho chỉ một đối tượng trong một đợt bày tăng dần lên. Sau mỗi lần bày đối tượng được hỏi anh ta đã nhìn thấy gì, và hai lần nhận diện đúng liên tiếp sẽ kết thúc cuộc thí nghiệm.[56]

Ngay cả với các lần bày ngắn nhất nhiều đối tượng đã nhận diện hầu hết các quân bài, và sau một sự tăng nhỏ tất cả các đối tượng nhận diện tất cả các quân. Với các quân bài bình thường những sự nhận diện này thường đúng, nhưng các quân bài dị thường hầu như luôn luôn được nhận diện, mà không có do dự rõ ràng hay bối rối, như quân bình thường. Quân bốn cơ đen, chẳng hạn, được nhận diện như con bốn pích hay cơ. Không có bất cứ nhận biết nào về rắc rối, nó lập tức được khớp với một phạm trù quan niệm được chuẩn bị bởi kinh nghiệm trước. Người ta có thể không thậm chí muốn nói rằng các đối tượng đã nhìn thấy cái gì đó khác cái họ đã nhận diện. Với một sự bày tăng thêm đối với các quân dị thường, các đối tượng bắt đầu do dự và biểu lộ nhận thức về tính dị thường. Thí dụ, được bày ra với con sáu pích đỏ, một số người sẽ nói: Đó là con sáu pích, nhưng có cái gì không ổn với nó – màu đen có viền đỏ. Tăng việc bày thêm nữa dẫn đến nhiều do dự và lẫn lộn hơn nữa cho đến cuối cùng, và đôi khi hoàn toàn đột ngột, hầu hết các đối tượng đưa ra nhận diện đúng mà không có do dự. Hơn nữa, sau khi làm việc này với hai hay ba quân dị thường, họ có ít khó khăn thêm với các quân khác. Tuy vậy, vài đối tượng đã không bao giờ có khả năng tiến hành điều chỉnh cần thiết về các phạm trù của họ. Ngay cả đến lần thứ bốn mươi việc bày ra trung bình cần thiết để nhận diện đúng các quân bình thường, hơn 10 phần trăm các quân bài dị thường đã không được nhận diện đúng. Và các đối tượng thất bại khi đó thường trải qua đau buồn sâu sắc. Một trong số họ đã kêu lên: “Tôi không thể đọc được hoa [của quân bài], bất kể nó là gì. Thậm chí khi đó nó còn chẳng giống một quân bài. Tôi không biết bây giờ nó có màu gì hay liệu nó là quân pích hay cơ. Bây giờ thậm chí tôi còn không chắc một quân pích nhìn thế nào. Trời ạ!”[57] Trong mục tiếp chúng ta sẽ đôi khi thấy các nhà khoa học cũng ứng xử theo cách này nữa.

Hoặc như một phép ẩn dụ hay vì nó phản ánh bản tính của tâm trí, thí nghiệm tâm lí học đó cung cấp một sơ đồ đơn giản tuyệt vời và có sức thuyết phục cho quá trình phát minh khoa học. Trong khoa học, như trong thí nghiệm quân bài, tính mới lạ nổi lên chỉ với khó khăn, được biểu lộ bằng sự kháng cự, dựa vào một cái nền do kì vọng cung cấp. Khởi đầu, chỉ có cái dự kiến và thông thường được trải nghiệm ngay cả dưới các hoàn cảnh nơi muộn hơn sự dị thường được quan sát. Sự làm quen thêm, tuy vậy, có dẫn đến nhận thức về cái gì đó không ổn hay không liên hệ kết quả với cái gì đó đã sai lầm trước đây. Sự nhận thức đó về dị thường mở ra một giai đoạn trong đó các phạm trù quan niệm được điều chỉnh cho đến khi sự dị thường ban đầu trở thành cái được dự kiến. Tại thời điểm đó sự phát minh đã hoàn tất. Tôi đã đề xuất rằng quá trình đó hay một quá trình rất giống thế dính dáng đến sự nổi lên của tất cả những mới lạ khoa học cơ bản. Bây giờ hãy để tôi chỉ ra rằng, nhận ra quá trình, ít nhất chúng ta có thể bắt đầu hiểu vì sao khoa học thông thường, một sự theo đuổi không hướng trực tiếp đến các sự mới lạ và thoạt nhìn có khuynh hướng ngăn cản chúng, tuy vậy lại hữu hiệu đến vậy để khiến chúng nảy sinh.

Trong sự phát triển của bất cứ khoa học nào, khung mẫu nhận được đầu tiên thường cảm thấy giải thích hoàn toàn thành công cho hầu hết quan sát và thí nghiệm dễ tiếp cận đối với những người thực hành khoa học ấy. Sự phát triển thêm, vì thế, nói chung cần phải xây dựng thiết bị tinh vi, phát triển từ vựng bí truyền và các kĩ năng, và trau chuốt các khái niệm làm cho chúng ngày càng ít giống các nguyên mẫu lẽ thường, thường dùng của chúng. Sự chuyên nghiệp hoá đó, một mặt, dẫn đến một sự hạn chế rất lớn tầm nhìn của nhà khoa học và đến một kháng cự đáng kể đối với sự thay đổi khung mẫu. Khoa học trở nên ngày càng cứng nhắc. Mặt khác, bên trong các lĩnh vực mà khung mẫu hướng sự chú ý của nhóm, khoa học thông thường dẫn đến thông tin chi tiết và đến một độ chính xác của sự phù hợp lí thuyếtquan sát không thể đạt được bằng cách khác. Hơn nữa, mức chi tiết và sự phù hợp chính xác đó có một giá trị vượt lên trên sự quan tâm nội tại không phải luôn luôn rất cao của họ. Không có các máy móc đặc biệt được xây dựng chủ yếu cho các nhiệm vụ được thấy trước, thì các kết quả cuối cùng dẫn đến sự mới lạ không thể xảy ra. Và ngay cả khi có máy móc, sự mới lạ thường chỉ hiện ra với người, biết với *độ chính xác* cái anh ta phải mong đợi, và có khả năng nhận ra rằng cái gì đó đã sai. Dị thường chỉ xuất hiện tương phản với cái nền do khung mẫu cung cấp. Khung mẫu càng chính xác và càng có ảnh hưởng rộng rãi, thì nó cung cấp một chỉ báo càng nhạy cảm về dị thường và vì thế về cơ hội cho sự thay đổi khung mẫu. Trong phương thức bình

thường của phát minh, ngay cả sự kháng cự đối với thay đổi cũng có một tác dụng sẽ được khảo sát tỉ mỉ và đầy đủ hơn ở mục tiếp theo. Bằng đảm bảo rằng khung mẫu không dễ dàng đầu hàng, sự kháng cự đảm bảo rằng các nhà khoa học sẽ không nông nổi mất trí và rằng các dị thường dẫn đến thay đổi khung mẫu sẽ xuyên qua tri thức hiện tại đến tận lõi. Chính sự thực rằng một sự mới lạ khoa học đáng kể rất thường xuyên nổi lên đồng thời từ nhiều phòng thí nghiệm là một chỉ số cả cho bản tính truyền thống mạnh mẽ của khoa học thông thường và cho tính đầy đủ mà với nó sự theo đuổi truyền thống đó dọn đường cho sự thay đổi của chính nó.

VII. Khủng hoảng và sự Nổi lên của các Lí thuyết Khoa học

Tất các các phát minh được xem xét ở Mục VI đã là các nguyên nhân của hay các đóng góp cho sự thay đổi khung mẫu. Hơn nữa, các thay đổi trong đó các phát minh này liên can đến, đã đều là huỷ diệt cũng như xây dựng. Sau khi phát minh đã được đồng hoá, các nhà khoa học đã có khả năng giải thích một dải rộng hơn các hiện tượng tự nhiên với độ chính xác cao hơn cho một số hiện tượng đã biết trước đó. Nhưng món lợi đó chỉ đạt được bằng vứt bỏ một số lòng tin hay các thủ tục chuẩn trước kia và, đồng thời, bằng thay các thành phần đó của khung mẫu trước bằng các thành phần khác. Những chuyển dịch loại này, tôi đã chỉ rõ, liên đới đến tất cả các phát minh đạt được qua khoa học thông thường, không kể các phát minh không gây ngạc nhiên đã được dự kiến trước tất cả trừ các chi tiết của chúng. Các phát minh, tuy vậy, không phải là các nguồn duy nhất của những sự thay đổi khung mẫu phá huỷ-xây dựng này. Trong mục này chúng ta sẽ bắt đầu xem xét những thay đổi tương tự, nhưng thường lớn hơn nhiều, nảy sinh từ sáng chế ra các lí thuyết mới.

Sau khi đã chứng tỏ rồi rằng trong các khoa học, sự thực và lí thuyết, sự phát minh và sự sáng chế, không tách biệt một cách dứt khoát và dài lâu, chúng ta có thể lường trước sự chồng chéo giữa mục này và mục trước. (Gợi ý không thích hợp rằng Priesley đã khám phá ra oxy đầu tiên và Lavoisier sau đó đã sáng chế ra nó có những sự hấp dẫn của nó. Đã gặp oxy như phát minh rồi; không lâu chúng ta sẽ lại gặp nó như sáng chế). Khi bàn đến sự nổi lên của các lí thuyết mới chúng ta sẽ chắc hẳn mở rộng sự hiểu biết của mình về phát minh nữa. Mặc dù vậy, sự chồng chéo không phải là sự đồng nhất. Các loại phát minh được xem xét ở mục trước đã không, chí ít một mình, chịu trách nhiệm về các thay đổi khung mẫu như các cuộc cách mạng Copernican, Newtonian, hoá học, và Einsteinian. Chúng cũng không chịu trách nhiệm về những sự thay đổi nhỏ hơn một chút, bởi vì có tính chuyên nghiệp riêng hơn, về khung mẫu do lí thuyết sóng ánh sáng, lí thuyết nhiệt động học, hay lí thuyết điện từ của Maxwell gây ra. Làm sao các lí thuyết như thế này có thể nảy sinh từ khoa học thông thường, một hoạt động thậm chí ít hướng tới sự theo đuổi chúng so với các phát minh?

[109] Tất cả các hiện tượng tự nhiên này ông đã thấy một cách khác với cách chúng đã được nhìn thấy trước đó.

[59] Lí thuyết mới của Newton về ánh sáng và màu bắt nguồn trong khám phá rằng không lí thuyết nào trong các lí thuyết tiền-khung mẫu có thể giải thích độ dài của phổ, và lí thuyết sóng thay cho lí thuyết Newton được công bố ở giữa sự lo ngại ngày càng tăng về các dị thường trong quan hệ của các hiệu ứng nhiễu xạ và phân cực đối với lí thuyết của Newton.[60] Nhiệt động học đã sinh ra từ sự đụng độ của hai lí thuyết vật lí tồn tại ở thế kỉ mười chín, và cơ học lượng tử sinh ra từ đủ loại khó khăn xunh quanh phát xạ vật đen, tỉ nhiệt, và hiệu ứng quang điện.[61] Hơn nữa, trong tất cả các trường hợp này trừ trường hợp của Newton, nhận thức về dị thường đã kéo dài đến mức và thấm sâu đến mức người ta có thể mô tả thích đáng các lĩnh vực bị nó ảnh hưởng như ở trong một trạng thái khủng hoảng ngày càng tăng. Bởi vì nó đòi hỏi sự huỷ hoại khung mẫu lớn và những sự thay đổi trọng đại về các vấn đề và kĩ thuật của khoa học thông thường, một giai đoạn bất an nổi bật đã thường đi trước sự nổi lên của các lí thuyết mới. Như người ta có thể chờ đợi, sự bất an đó gây ra bởi sự thực là các câu đố của khoa học thông thường đã liên tục không xảy ra như chúng lẽ ra phải xảy ra. Sự thất bại của các qui tắc hiện tại là khúc dạo đầu của một sự tìm kiếm các qui tắc mới.

Đầu tiên hãy để ý đến trường hợp đặc biệt nổi tiếng về thay đổi khung mẫu, sự nổi lên của thiên văn học Copernican. Khi lí thuyết trước nó, hệ thống Ptolemaic, được phát triển trong hai thế kỉ cuối trước và hai thế kỉ sau Christ, đã thành công đáng khâm phục trong tiên đoán các vị trí thay đổi của cả các sao và các hành tinh. Không hệ thống cổ xưa khác nào đã hoạt động tốt đến vậy; cho các sao, thiên văn học Ptolemaic vẫn được dùng rộng rãi ngày nay như một phép gần đúng kĩ thuật; cho các hành tinh, các tiên đoán của Ptolemy tốt như của Copernicus. Nhưng, đối với một lí thuyết khoa học, thành công đáng khâm phục chẳng

bao giờ là thành công hoàn toàn. Về cả vị trí hành tinh và độ chính xác của các phân điểm [phân xuân, phân thu], các tiên đoán của hệ thống Ptolemy chẳng bao giờ hoàn toàn phù hợp với các quan sát tốt nhất sẵn có. Giảm hơn nữa những khác biệt nhỏ đó tạo thành nhiều vấn đề chính của nghiên cứu thiên văn thông thường cho nhiều người nối nghiệp Ptolemy, hệt như một nỗ lực tương tự để đưa quan sát bầu trời và lí thuyết Newtonian đến với nhau đã tạo ra các vấn đề nghiên cứu thông thường cho những người nối nghiệp Newton thế kỉ mười tám. Trong một thời gian các nhà thiên văn học đã có mọi lí do để giả sử rằng các nỗ lực đó sẽ thành công như các nỗ lực đã dẫn đến hệ thống Ptolemy. Cho trước một sự khác biệt cá biệt, các nhà thiên văn học đã lúc nào cũng có khả năng loại trừ nó bằng đưa ra sự hiệu chỉnh cá biệt nào đó trong hệ thống các đường tròn hỗn hợp của Ptolemy. Nhưng khi thời gian trôi đi, một người ngó tới kết quả thực của nỗ lực nghiên cứu thông thường của nhiều nhà thiên văn học có thể nhận thấy rằng tính phức tạp của thiên văn học đã tăng lên nhanh hơn nhiều độ chính xác của nó và rằng một sự khác biệt được điều chỉnh ở một chỗ chắc lại xuất hiện ở nơi khác.[62]

Bởi vì truyền thống thiên văn học đã bị gián đoạn lặp đi lặp lại nhiều lần từ bên ngoài và bởi vì, thiếu in ấn, truyền thông giữa các nhà thiên văn học bị hạn chế, các khó khăn này chỉ được nhận ra chậm chạp. Nhưng đã có nhận thức. Vào thế kỉ mười ba Alfonso X đã có thể tuyên bố là nếu giả như Chúa đã hỏi ý kiến ông khi tạo ra vũ trụ, ngài đã có thể nhận được lời khuyên hay. Ở thế kỉ mười sáu, bạn đồng nghiệp của Copernicus, Domenico da Novara, đã cho rằng chẳng có hệ thống nào phức tạp và không chính xác đến vậy như hệ thống Ptolemaic lại có thể có lẽ là đúng của tự nhiên. Và bản thân Copernicus đã viết trong Lời nói đầu cho *De Revolutionibus* rằng truyền thống thiên văn học mà ông kế thừa cuối cùng đã chỉ tạo ra một quái vật. Vào đầu thế kỉ mười sáu một số ngày càng tăng các nhà thiên văn học giỏi nhất châu Âu đã nhận ra rằng khung mẫu thiên văn học đã thất bại trong áp dụng cho chính các vấn đề truyền thống của nó. Sự thừa nhận đó đã là điều kiện tiên quyết cho sự bác bỏ của Copernicus đối với khung mẫu Ptolemaic và cho sự tìm kiếm khung mẫu mới của ông. Lời nói đầu nổi tiếng của ông vẫn cung cấp một trong những mô tả cổ điển về một trạng thái khủng hoảng.[63]

Sự thất bại của hoạt động kĩ thuật giải câu đố thông thường, tất nhiên, không phải là thành phần duy nhất của khủng hoảng thiên văn học mà Copernicus đối mặt. Một luận bàn mở rộng sẽ cũng thảo luận áp lực xã hội đối với cải cách lịch, một áp lực làm cho câu đố về tiến động [precession] là đặc biệt cấp bách. Ngoài ra, một giải thích đầy đủ hơn sẽ xem xét sự phê phán trung cổ về Aristotle, sự nổi lên của Chủ nghĩa Tân Plato Phục hưng, và các yếu tố lịch sử quan trọng khác nữa. Nhưng sự sụp đổ kĩ thuật vẫn là cái lõi của khủng hoảng. Trong một khoa học trưởng thành – và thiên văn học đã trở thành vậy trong thời cổ – các nhân tố bên ngoài như được nêu ở trên có ý nghĩa chủ yếu trong quyết định thời gian của sự sụp đổ, sự dễ dàng mà nó có thể được nhận ra, và các lĩnh vực trong đó sự sụp đổ xảy ra đầu tiên bởi vì nó được chú ý đặc biệt. Tuy cực kì quan trọng, song các vấn đề thuộc loại đó nằm ngoài giới hạn của tiểu luận này.

Nếu ngần ấy là rõ ở trường hợp của cách mạng Copernican, hãy chuyển qua một thí dụ thứ hai và khá khác, khủng hoảng đi trước sự xuất hiện của lí thuyết oxy về sự cháy của Lavoisier. Trong các năm 1770 nhiều nhân tố đã kết hợp để gây ra một cuộc khủng hoảng trong hoá học, và các sử gia không hoàn toàn đồng ý về hoặc bản chất của chúng hoặc tầm quan trọng tương đối của chúng: sự nổi lên của hoá học khí nén và vấn đề về các quan hệ trọng lượng. Lịch sử vấn đề đầu tiên bắt đầu vào thế kỉ mười bảy với sự phát triển bơm không khí và sự triển khai nó trong thí nghiệm hoá học. Trong thế kỉ tiếp theo, dùng bơm đó và một số công cụ khí nén khác, các nhà hoá học ngày càng nhận ra rằng không khí phải là một thành phần tích cực trong các phản ứng hoá học. Nhưng với ít ngoại lệ – lập lờ đến mức chúng có thể không là ngoại lệ chút nào – các nhà hoá học tiếp tục tin rằng không khí là một loại gas duy nhất. Cho đến 1756, khi Joseph Black chứng tỏ là không khí cố định (CO) có thể phân biệt được một cách nhất quán khỏi không khí bình thường, hai mẫu gas đã được nghĩ là khác nhau chỉ ở độ không tinh khiết của chúng.[64]

Sau công trình của Black nghiên cứu về các loại gas tiến triển nhanh chóng, đáng kể nhất là trong tay của Cavendish, Priesley, và Scheele, những người cùng nhau đã phát triển một số kĩ thuật mới có khả năng

phân biệt một mẫu gas khỏi mẫu khác. Tất cả những người này, từ Black đến Scheele, đã tin vào lí thuyết nhiên tố* và thường áp dụng nó trong dự kiến và diễn giải các thí nghiệm. Đầu tiên Scheele đã tạo ra oxy bằng một chuỗi thí nghiệm tinh vi được dự kiến để phi nhiên tố (dephlogisticate) nhiệt. Thế mà kết quả thực của các thí nghiệm của họ là đủ loại mẫu gas và các đặc tính gas tỉ mỉ đến mức lí thuyết nhiên tố ngày càng tỏ ra ít có khả năng đối phó với kinh nghiệm thí nghiệm. Tuy chẳng ai trong các nhà hoá học này đã gợi ý rằng lí thuyết phải được thay thế, họ đã không có khả năng áp dụng nó một cách nhất quán. Vào lúc Lavoisier bắt đầu các thí nghiệm của mình dựa vào không khí đầu các năm 1770, hầu như số các phiên bản của lí thuyết nhiên tố nhiều như số các nhà hoá học khí nén.[65] Sự tăng nhanh các phiên bản của một lí thuyết là một triệu chứng rất thông thường của khủng hoảng. Trong lời nói đầu của mình, Copernicus cũng than phiền về nó.

Tính mập mờ tăng lên và tính hữu dụng giảm đi của lí thuyết nhiên tố cho hoá học khí nén, tuy vậy, đã không phải là nguồn duy nhất của khủng hoảng mà Lavoisier đối mặt. Ông cũng lo nhiều đến giải thích sự tăng trọng lượng mà hầu hết các vật thể trải qua khi bị cháy hay bị nướng, và đó lại là một vấn đề có tiền sử dài. Chí ít vài nhà hoá học Hồi giáo đã biết rằng một số kim loại tăng trọng lượng khi bị nướng. Trong thế kỉ mười bảy nhiều nhà khảo sát đã kết luận từ cùng sự thực này rằng một kim loại bị nướng hút thành phần nào đó từ bầu không khí. Nhưng trong thế kỉ mười bảy kết luận đó có vẻ không cần thiết cho hầu hết các nhà hoá học. Nếu các phản ứng hoá học có thể làm thay đổi thể tích, màu, và kết cấu của các thành phần, vì sao chúng lại không làm thay đổi trọng lượng? Trọng lượng đã không luôn được coi là số đo của lượng vật chất. Ngoài ra, sự tăng trọng lượng khi bị nướng vẫn là một hiện tượng cô lập. Hầu hết vật thể tự nhiên (thí dụ, gỗ) mất trọng lượng khi bị nướng như lí thuyết nhiên tố muộn hơn bảo chúng phải vậy.

Tuy vậy, trong thế kỉ mười tám các câu trả lời thoả đáng ban đầu này đối với vấn đề tăng trọng lượng trở nên ngày càng khó duy trì. Một phần bởi vì cân ngày càng được dùng như một công cụ hoá học chuẩn và một phần vì sự phát triển của hoá học khí nén đã làm cho có thể và đáng mong muốn để giữ lại các sản phẩm khí của các phản ứng, các nhà hoá chất phát hiện ra ngày càng nhiều trường hợp trong đó sự tăng trọng lượng đi kèm việc nướng. Đồng thời, sự tiêu hoá dần lí thuyết hấp dẫn của Newton đã dẫn các nhà hoá chất đi đến khăng khăng rằng tăng trọng lượng phải có nghĩa là tăng lượng vật chất. Các kết luận đó đã không dẫn đến loại bỏ lí thuyết nhiên tố, vì lí thuyết đó có thể được điều chỉnh theo nhiều cách. Có lẽ nhiên tố đã có trọng lượng âm, hay có lẽ các hạt lửa hay cái gì đó khác đã chui vào vật bị nướng khi nhiên tố bốc ra. Ngoài ra còn có những cách giải thích khác. Nhưng nếu vấn đề tăng trọng lượng đã không dẫn đến sự bác bỏ, nó đã có dẫn đến một sự tăng số lượng các nghiên cứu đặc biệt trong đó vấn đề này có vẻ quan trọng. Một trong số đó, báo cáo “Về nhiên tố được coi như một chất có trọng lượng và [được phân tích] về mặt thay đổi trọng lượng do nó tạo ra trong các vật thể mà với chúng nó hợp nhất” đã được đọc ở Viện Hàn lâm Pháp đầu năm 1772, năm đã kết thúc với sự kí thác lời ghi chú nổi tiếng của Lavoisier cho Thư kí Viện Hàn lâm. Trước khi lời ghi chú đó được viết, một vấn đề đã ở bên rìa ý thức của các nhà hoá chất trong nhiều năm đã trở thành một câu đố nổi bật chưa được giải.[66] Nhiều phiên bản khác nhau của lí thuyết nhiên tố được trau chuốt để thoả mãn nó. Giống các vấn đề của hoá học khí nén, các vấn đề về tăng trọng lượng đã làm cho ngày càng khó hơn để nhận biết lí thuyết nhiên tố là gì. Mặc dù vẫn được tin và được tín nhiệm như một công cụ công tác, một khung mẫu của hoá học thế kỉ mười tám đã mất dần địa vị độc tôn của nó. Ngày càng tăng, nghiên cứu do nó hướng dẫn đã giống với nghiên cứu được tiến hành dưới các trường phái cạnh tranh nhau của giai đoạn trước khung mẫu, một hiệu ứng khác của khủng hoảng.

Như thí dụ thứ ba và cuối cùng, bây giờ hãy xét khủng hoảng cuối thế kỉ mười chín trong vật lí học dọn đường cho sự nổi lên của lí thuyết tương đối. Một căn nguyên của khủng hoảng đó có thể truy về đến thế kỉ mười bảy khi một số nhà triết học tự nhiên, nổi bật nhất là Leibnitz, đã phê phán việc Newton giữ lại một phiên bản được cập nhật của khái niệm cổ điển về không gian tuyệt đối.[67] Họ đã rất gần, nhưng chẳng bao giờ hoàn toàn, có khả năng để chứng tỏ rằng các vị trí tuyệt đối và các chuyển động tuyệt đối chẳng hề có chức năng nào trong hệ thống của Newton; và họ đã thành công trong việc gợi ý sức quyến rũ thẩm mĩ

đáng kể mà một quan niệm hoàn toàn tương đối về không gian và chuyển động muộn hơn có thể biểu lộ. Song phê phán của họ là thuần tuý logic. Giống các nhà Copernican ban đầu những người phê phán các chứng minh của Aristotle về sự ổn định của trái đất, họ đã không mơ rằng chuyển đổi sang một hệ thống tương đối có thể có các hậu quả quan sát. Không ở điểm nào họ liên hệ các quan điểm của họ tới bất cứ vấn đề nào nảy sinh khi áp dụng lí thuyết Newton cho tự nhiên. Kết quả là, các quan điểm của họ đã chết với họ ở các thập niên đầu của thế kỉ mười tám, được hồi sinh chỉ vào các thập niên cuối thế kỉ mười chín khi chúng có một quan hệ rất khác đối với thực hành vật lí.

Các vấn đề kĩ thuật, mà một triết lí tương đối về không gian cuối cùng có quan hệ với, đã bắt đầu bước vào khoa học thông thường với sự chấp nhận lí thuyết sóng ánh sáng sau khoảng 1815, tuy chúng không gây ra khủng hoảng nào cho đến các năm 1890. Nếu ánh sáng là chuyển động sóng lan truyền trong một [môi trường] ether cơ học do các Định luật Newton chi phối, thì cả quan sát bầu trời và thí nghiệm trên trái đất trở nên có khả năng tiềm tàng để nhận ra sự trôi dạt qua ether. Trong những quan sát bầu trời, chỉ các quan sát về quang sai hứa hẹn đủ chính xác để cung cấp thông tin xác đáng, và sự phát hiện ra trôi dạt ether bằng các phép đo quang sai vì thế trở thành một vấn đề được thừa nhận cho nghiên cứu thông thường. Thiết bị rất đặc biệt được xây dựng để giải quyết nó. Tuy vậy, thiết bị đó đã không phát hiện ra sự trôi dạt nào có thể phát hiện được, và vấn đề vì thế được chuyển từ các nhà thí nghiệm và quan sát sang các nhà lí thuyết. Trong các thập niên giữa thế kỉ Fresnel, Stokes, và những người khác đã nghĩ ra nhiều trình bày rõ hơn của lí thuyết ether để giải thích sự thất bại quan sát trôi dạt. Mỗi trong các trình bày này giả sử rằng một vật thể chuyển động lôi một tỉ lệ nào đó của ether theo nó. Và mỗi cái đều đã đủ thành công để giải thích các kết quả tiêu cực không chỉ của quan sát bầu trời mà cả của thí nghiệm trên mặt đất nữa, kể cả thí nghiệm nổi tiếng của Michelson và Morley.[68] Vẫn không có mâu thuẫn nào trừ xung đột giữa các trình bày khác nhau. Do thiếu các kĩ thuật thí nghiệm xác đáng, mâu thuẫn đó chẳng bao giờ trở nên gay gắt.

Tình hình lại thay đổi chỉ với sự chấp nhận dần dần lí thuyết điện từ của Maxwell trong hai thập niên cuối của thế kỉ mười chín. Bản thân Maxwell đã là một nhà Newtonian tin rằng ánh sáng và hiện tượng điện từ nói chung là do những sự dời chỗ thay đổi của các hạt của một ether cơ học. Các phiên bản sớm nhất của ông về một lí thuyết cho điện học và từ học đã trực tiếp sử dụng các tính chất giả thuyết mà ông phú cho môi trường này. Những cái này bị bỏ đi ở phiên bản cuối cùng, nhưng ông vẫn tin lí thuyết điện từ của mình tương thích với sự trình bày rõ hơn nào đó của quan điểm cơ học Newtonian.[69] Phát triển một trình bày rõ thích hợp là một thách thức đối với ông và những người kế nghiệp của ông. Trên thực tiễn, tuy vậy, như đã xảy ra nhiều lần trong sự phát triển khoa học, việc tạo ra một trình bày rõ cần đến ấy tỏ ra cực kì khó khăn. Hệt như kiến nghị thiên văn học của Copernicus, bất chấp sự lạc quan của tác giả của nó, đã gây ra một khủng hoảng ngày càng tăng cho các lí thuyết về chuyển động, lí thuyết Maxwell cũng thế, bất chấp nguồn gốc Newtonian của nó, cuối cùng đã gây ra một khủng hoảng cho khung mẫu mà từ đó nó đã xuất phát.[70] Hơn nữa, địa điểm nơi khủng hoảng đó trở nên gay gắt nhất chính là do các vấn đề mà chúng ta vừa xem xét tạo ra, các vấn đề về chuyển động đối với ether.

Thảo luận của Maxwell về ứng xử điện từ của các vật chuyển động đã không hề nhắc đến sự kéo lê ether, và rất khó để đưa sự kéo lê như vậy vào lí thuyết của ông. Kết quả là, cả loạt các quan sát ban đầu được nghĩ ra để tách sự trôi dạt qua ether trở thành dị thường. Các năm sau 1890 vì thế đã chứng kiến một loạt các nỗ lực, cả thực nghiệm lẫn lí thuyết, để phát hiện ra chuyển động đối với ether và đưa sự kéo lê ether vào lí thuyết của Maxwell. Việc trước đã hoàn toàn không thành công, tuy một số nhà phân tích nghĩ rằng kết quả của họ không rõ rệt. Việc sau đã tạo ra một số khởi điểm hứa hẹn, đặc biệt là các nỗ lực của Lorentz và Fitzgerald, nhưng họ cũng phơi bày thêm các câu đố khác nữa và cuối cùng đã dẫn đến chính sự gia tăng nhanh của các lí thuyết cạnh tranh nhau mà trước kia đã thấy là cái đi kèm của khủng hoảng.[71] Dựa vào khung cảnh lịch sử đó mà lí thuyết tương đối hẹp của Einstein nổi lên năm 1905.

Ba thí dụ này là hầu như hoàn toàn điển hình. Trong mỗi trường hợp một lí thuyết mới nổi lên chỉ sau một thất bại nổi bật trong hoạt động giải quyết-vấn đề thông thường. Hơn nữa, trừ trường hợp của

Copernicus nơi các nhân tố bên ngoài khoa học đã đóng một vai trò đặc biệt lớn, sự sụp đổ đó và sự tăng nhanh của các lí thuyết là dấu hiệu về nó đã xảy ra không nhiều hơn một hay hai thập niên trước khi lí thuyết mới được trình bày rõ ràng. Lí thuyết mới dường như là một sự đáp lại trực tiếp cho khủng hoảng. Cũng lưu ý, tuy điều này có thể không hẳn rất điển hình, rằng các vấn đề mà đối với chúng sự sụp đổ xảy ra đã đều thuộc loại được nhận ra từ lâu. Thực hành trước đây của khoa học thông thường đã cho mọi lí do để xem chúng như đã được giải quyết hay hầu như được giải quyết, điều đó giúp giải thích vì sao cảm giác thất bại, khi nó đến, lại có thể buốt nhói đến vậy. Thất bại với một loại vấn đề mới thường gây thất vọng nhưng chẳng bao giờ gây ngạc nhiên. Cả các vấn đề lẫn các câu đố thường không đầu hàng trước cuộc tấn công đầu tiên. Cuối cùng, các thí dụ này chia sẻ một đặc trưng khác có thể giúp chứng tỏ vai trò của khủng hoảng đầy ấn tượng: lời giải của mỗi trong số chúng đã được thấy trước chí ít một phần ở thời kì khi đã không có khủng hoảng nào trong khoa học tương ứng; và do thiếu khủng hoảng những sự thấy trước đó đã bị bỏ qua.

Sự thấy trước đầy đủ duy nhất và cũng nổi tiếng nhất, là sự thấy trước Copernicus của Artistarchus vào thế kỉ thứ ba trước công nguyên. Người ta thường nói rằng giả như nếu khoa học Hy Lạp đã ít suy diễn hơn và ít bị đè nặng bởi giáo điều hơn, thì thiên văn học nhật tâm [lấy mặt trời làm trung tâm] đã bắt đầu sự phát triển của nó mười tám thế kỉ sớm hơn.[72] Nhưng đó là bỏ qua tất cả bối cảnh lịch sử. Khi Artistarchus đưa ra gợi ý, hệ thống địa tâm [lấy trái đất làm trung tâm] hợp lí hơn rất nhiều đã chẳng có nhu cầu nào mà một hệ thống nhật tâm thậm chí có thể hình dung là sẽ đáp ứng. Toàn bộ sự phát triển của thiên văn học Ptolemaic, cả các chiến thắng và sự thất bại của nó, xảy ra trong các thế kỉ sau đề xuất của Artistarchus. Ngoài ra, đã không có lí do hiển nhiên nào để coi Artistarchus một cách nghiêm túc. Ngay cả đề xuất tỉ mỉ hơn của Copernicus đã không đơn giản hơn cũng chẳng chính xác hơn hệ thống của Ptolemy. Các kiểm chứng quan sát, như dưới đây chúng ta sẽ thấy rõ hơn, không tạo cơ sở cho một sự lựa chọn giữa chúng. Trong các hoàn cảnh đó, một trong các nhân tố đã dẫn các nhà thiên văn đến Copernicus (và là cái đã không thể dẫn họ đến Artistarchus) đã là, khủng hoảng được nhận ra là cái trước hết chịu trách nhiệm về đổi mới. Thiên văn học Ptolemaic đã thất bại để giải quyết các vấn đề của nó; thời gian đã chín để cho lí thuyết cạnh tranh một cơ hội. Hai thí dụ khác của chúng ta không cung cấp những sự thấy trước đầy đủ tương tự. Nhưng chắc chắn một lí do vì sao các lí thuyết về sự cháy bằng hấp thu từ bầu không khí – các lí thuyết do Rey, Hooke, và Mayow phát triển trong thế kỉ mười bảy – đã không được nghe đủ là chúng đã không tiếp xúc với điểm rắc rối được nhận ra trong thực hành khoa học thông thường.[73] Và sự sao lãng kéo dài bởi các nhà khoa học phê bình tương đối của Newton thế kỉ mười tám và thế kỉ mười chín hẳn chủ yếu là do một sự thất bại tương tự về sự đối đầu.

Các triết gia khoa học đã nhiều lần chứng minh rằng nhiều hơn một cấu trúc lí thuyết có thể luôn luôn được xếp lên một sưu tập dữ liệu cho trước. Lịch sử khoa học cho thấy rằng, đặc biệt trong các giai đoạn phát triển ban đầu của một khung mẫu mới, thậm chí không rất khó để chế ra các lựa chọn khả dĩ khác. Nhưng sự sáng chế đó ra các lựa chọn khả dĩ khác đúng là cái các nhà khoa học hiếm khi đảm nhận trừ trong giai đoạn trước khung mẫu của sự phát triển khoa học của họ và ở các dịp rất đặc biệt trong tiến triển tiếp sau của nó. Chừng nào mà các công cụ của một khung mẫu tiếp tục tạo khả năng giải quyết các vấn đề mà nó xác định, khoa học chuyển động nhanh nhất và thâm nhập sâu nhất nhờ sự áp dụng tin cậy các công cụ đó. Lí do là rõ. Như trong sản xuất, cũng thế trong khoa học – trang bị lại công cụ là một sự phung phí được giới hạn cho dịp cần đến nó. Tầm quan trọng của khủng hoảng là một dấu hiệu chúng cung cấp rằng một dịp để trang bị lại công cụ đã đến.

VIII. Sự Đáp lại Khủng hoảng

Hãy giả sử rằng các cuộc khủng hoảng là một tiền đề cần thiết cho sự nổi lên của các lí thuyết mới và ngay sau đó hỏi các nhà khoa học đáp lại thế nào đối với sự tồn tại của chúng. Một phần của câu trả lời, cũng hiển nhiên như quan trọng, có thể được phát hiện ra bằng lưu ý đầu tiên đến cái các nhà khoa học chẳng bao giờ làm khi đối mặt với ngay cả các dị thường trầm trọng và kéo dài. Mặc dù họ có thể bắt đầu mất niềm tin và sau đó xem xét các lựa chọn khả dĩ khác, họ không từ bỏ khung mẫu đã dẫn họ đến khủng hoảng. Tức là, họ không coi các dị thường như các phản thí dụ, mặc dù trong từ vựng của triết học khoa học đó là cái chúng là. Một phần sự khái quát hoá này đơn giản là một tuyên bố từ sự thực lịch sử, dựa trên các thí dụ như các thí dụ cho trước ở trên và, bao quát hơn, ở dưới. Những điều này ám chỉ cái mà sự khảo sát muộn hơn của chúng ta về sự từ chối khung mẫu sẽ tiết lộ đầy đủ hơn: một khi đã đạt địa vị khung mẫu, một lí thuyết khoa học được tuyên bố là không hợp lệ chỉ nếu sẵn có một ứng viên khả dĩ khác để chiếm chỗ của nó. Chưa có quá trình nào được tiết lộ bởi nghiên cứu lịch sử về sự phát triển khoa học lại giống chút nào mẫu rập khuôn phương pháp luận về chứng minh là sai bằng so sánh trực tiếp với tự nhiên. Nhận xét đó không có nghĩa là các nhà khoa học không từ chối các lí thuyết khoa học, hoặc kinh nghiệm và thí nghiệm là không thiết yếu cho quá trình trong đó họ làm vậy. Nhưng nó có nghĩa – cái cuối cùng sẽ là một điểm chính – rằng hành động phán xử dẫn các nhà khoa học đến từ chối một lí thuyết được chấp nhận trước kia luôn luôn dựa vào nhiều hơn một so sánh lí thuyết đó với thế giới. Quyết định để loại bỏ một khung mẫu luôn luôn đồng thời là quyết định để chấp nhận một khung mẫu khác, và sự phán xử dẫn đến quyết định đó dính đến sự so sánh cả hai khung mẫu với tự nhiên *và* với nhau.

Ngoài ra, có một lí do thứ hai để nghi ngờ rằng các nhà khoa học từ bỏ một khung mẫu vì đối mặt với các dị thường hay với các phản thí dụ. Trong trình bày nó, bản thân lí lẽ của tôi sẽ báo trước một luận đề khác của các luận đề chính của tiểu luận này. Các lí do cho sự nghi ngờ được phác hoạ ở trên là thuần tuý căn cứ theo sự thực; tức là, bản thân chúng là các phản thí dụ đối với một lí thuyết nhận thức luận thịnh hành. Với tư cách như vậy, nếu điểm hiện thời của tôi là đúng, chúng giỏi nhất có thể giúp tạo ra một khủng hoảng hay, chính xác hơn, tăng cường một khủng hoảng đã tồn tại rồi. Bản thân chúng không thể và sẽ không chứng minh lí thuyết triết học đó là sai, vì những người bảo vệ nó sẽ làm cái mà ta đã thấy các nhà khoa học làm khi đối mặt với dị thường. Họ sẽ nghĩ ra nhiều trình bày rõ hơn khác và các sửa đổi *ad hoc* của lí thuyết của họ nhằm loại bỏ bất cứ mâu thuẫn bề ngoài nào. Nhiều sửa đổi thích hợp và các hạn chế, thực ra, đã có rồi trong văn khoa học. Vì thế, nếu các phản thí dụ nhận thức luận này có tạo thành nhiều hơn một sự gây bứt rứt khó chịu nhỏ, là vì chúng giúp cho phép sự nổi lên của một phân tích mới và khác về khoa học trong đó chúng không còn là một nguồn rắc rối nữa. Vả lại, nếu một hình mẫu điển hình có thể được áp dụng ở đây, mà ta sẽ quan sát thấy muộn hơn ở các cuộc cách mạng khoa học, thì các dị thường này sẽ dường như không còn chỉ là các sự thực. Từ bên trong một lí thuyết mới về tri thức khoa học, thay vào đó chúng có vẻ rất giống các tautology, các tuyên bố về những trạng thái không thể tượng tượng nổi theo cách khác.

Thường quan sát thấy, thí dụ, rằng định luật Newton thứ hai về chuyển động, mặc dù cần đến hàng thế kỉ nghiên cứu sự thực và lí thuyết để đạt được, cư xử đối với những người tận tâm với lí thuyết Newton rất giống một tuyên bố logic thuần tuý mà không lượng quan sát nào có thể bẻ lại.[74] Trong mục X chúng ta sẽ thấy rằng định luật hoá học về tỉ lệ cố định, mà trước Dalton đã chỉ là một phát hiện thực nghiệm hi hữu có tính tổng quát rất đáng ngờ, sau công trình của Dalton đã trở thành một thành phần của định nghĩa về hợp chất hoá học mà không bản thân công việc thực nghiệm nào đã có thể lật đổ. Cái gì đó rất giống thế sẽ cũng xảy ra với khái quát hoá mà các nhà khoa học không đi bác bỏ các khung mẫu khi đối mặt với các dị thường hay phản thí dụ. Họ không thể làm vậy mà vẫn là các nhà khoa học.

Mặc dù lịch sử không chắc có ghi tên của họ, một số người rõ ràng đã bị dồn phải bỏ trốn khoa học bởi vì họ không có khả năng chịu khủng hoảng. Giống các nghệ sĩ, các nhà khoa học sáng tạo đôi khi phải có khả năng sống trong một thế giới trật khớp, trục trặc – ở nơi khác tôi đã mô tả điều tất yếu đó như “sự căng

thẳng thiết yếu" ngầm trong nghiên cứu khoa học.[75] Nhưng sự loại bỏ khoa học để ủng hộ nghề khác, tôi nghĩ, là loại duy nhất của sự loại bỏ khung mẫu mà bản thân các phản thí dụ có thể dẫn tới. Một khi đã tìm thấy một khung mẫu đầu tiên qua đó để quan sát tự nhiên, thì không có cái với tư cách là sự nghiên cứu mà không có một khung mẫu nào. Loại bỏ một khung mẫu mà không đồng thời thay nó bằng một khung mẫu khác là đi loại bỏ bản thân khoa học. Hành động đó gây tai tiếng không chỉ cho khung mẫu mà cả cho con người. Chắc hẳn anh ta sẽ bị các đồng nghiệp cho là "người thợ mộc đi đổ lỗi cho công cụ của mình."

Có thể nêu ngược cùng điểm ấy chí ít hữu hiệu ngang nhau: không có cái với tư cách là sự nghiên cứu mà không có các phản thí dụ. Vì cái gì là cái phân biệt khoa học thông thường với khoa học ở trạng thái khủng hoảng? Chắc chắn, không phải khoa học thông thường không đối mặt với các phản thí dụ. Ngược lại, cái mà trước đây ta gọi là các câu đố tạo thành khoa học thông thường chỉ tồn tại vì không khung mẫu nào tạo cơ sở cho nghiên cứu khoa học lại có bao giờ giải quyết hoàn toàn mọi vấn đề của nó. Một số rất ít từng có vẻ làm vậy (thí dụ, quang học hình học) không lâu đã ngừng tạo ra các vấn đề nghiên cứu và thay vào đó trở thành công cụ cho kĩ thuật. Trừ các vấn đề chỉ mang tính công cụ, mỗi vấn đề mà khoa học thông thường coi như câu đố, nhìn từ quan điểm khác, có thể được xem như một phản thí dụ và như thế như một nguồn khủng hoảng. Copernicus đã xem như các phản thí dụ cái mà hầu hết những người kế nghiệp khác của Ptolemy đã coi như các câu đố về sự phù hợp giữa quan sát và lí thuyết. Lavoisier đã xem như các phản thí dụ cái mà Priesley đã coi là một câu đố được giải quyết thành công trong trình bày rõ lí thuyết nhiên tố. Và Einstein đã xem như các phản thí dụ cái mà Lorentz, Fitzgerald, và những người khác đã coi như các câu đố về trình bày rõ thêm các lí thuyết của Newton và Maxwell. Vả lại, ngay cả bản thân sự tồn tại của khủng hoảng không biến một câu đố thành một phản thí dụ. Không có đường phân chia sắc nét như vậy. Thay vào đó, bằng làm tăng nhanh các phiên bản của khung mẫu, khủng hoảng nới lỏng các qui tắc của giải-câu đố thông thường theo cách cuối cùng cho phép một khung mẫu mới nổi lên. Tôi nghĩ, chỉ có hai lựa chọn khả dĩ: hoặc không lí thuyết khoa học nào từng đối diện với một phản thí dụ, hoặc tất cả các lí thuyết như vậy lúc nào cũng đối mặt với các phản thí dụ.

Tình hình có thể ra sao nếu khác đi? Câu hỏi đó nhất thiết dẫn đến sự làm sáng tỏ mang tính lịch sử và phê phán về triết học, và các đề tài đó bị chặn ở đây. Song ta chí ít có thể lưu ý hai lí do vì sao khoa học dường như cung cấp một minh hoạ thích hợp đến vậy về sự khái quát hoá rằng sự đúng đắn và sự sai lầm được xác định duy nhất và rõ ràng bởi sự đối chất tuyên bố với sự thực. Khoa học thông thường có và phải tiếp tục phấn đấu để đưa lí thuyết và sự thực hợp sát hơn với nhau, và hoạt động đó có thể dễ dàng được xem như kiểm nghiệm hay tìm kiếm sự xác nhận hay sự chứng minh là sai. Thay vào đó, mục tiêu của nó là đi giải một câu đố mà chính sự tồn tại của nó phải được tính hợp pháp của khung mẫu giả sử. Thất bại để đạt một lời giải làm mất uy tín chỉ nhà khoa học chứ không phải lí thuyết. Ở đây, thậm chí nhiều hơn ở trên, câu tục ngữ được áp dụng: "Thợ mộc tồi mới là người đổ lỗi cho đồ nghề của mình". Ngoài ra, cách trong đó sư phạm khoa học làm cho thảo luận về một lí thuyết vướng vào bình luận về các ứng dụng mẫu mực đã giúp tăng cường một sự xác nhận-lí thuyết rút ra chủ yếu từ các nguồn khác. Cho trước lí do mỏng manh nhất để làm vậy, người đọc sách giáo khoa khoa học có thể dễ dàng coi các ứng dụng là bằng chứng cho lí thuyết, các lí do vì sao nên tin nó. Song các sinh viên khoa học chấp nhận các lí thuyết căn cứ vào uy quyền của thầy giáo và sách giáo khoa, không vì bằng chứng. Họ có các lựa chọn khả dĩ nào, hay năng lực nào? Các ứng dụng ở các sách giáo khoa không phải như bằng chứng mà vì học chúng là một phần của học khung mẫu về cơ sở của thực tiễn hiện hành. Nếu các ứng dụng được nêu ra như bằng chứng, thì chính sự thất bại của các sách giáo khoa để gợi ý các diễn giải khả dĩ khác hay để thảo luận các vấn đề mà các nhà khoa học đã không tạo ra được các lời giải khung mẫu sẽ kết án các tác giả của chúng là có thiên kiến cực đoan. Không có lí do mỏng manh nhất cho một sự kết án như vậy.

Vậy thì, quay lại câu hỏi ban đầu, các nhà khoa học phản ứng thế nào với nhận thức về một dị thường trong sự phù hợp giữa lí thuyết và tự nhiên? Cái vừa được nói ngụ ý rằng ngay cả một sự khác biệt không thể giải thích được, lớn hơn sự khác biệt được trải nghiệm ở các ứng dụng khác của lí thuyết, không nhất

thiết kéo theo bất cứ phản ứng sâu rộng nào. Luôn có một số khác biệt. Ngay cả các khác biệt ương ngạnh nhất thường rốt cuộc cũng đáp lại thực tiễn thông thường. Các nhà khoa học rất thường muốn chờ, đặc biệt nếu sẵn có nhiều vấn đề ở các phần khác của lĩnh vực. Chúng ta đã lưu ý rồi, thí dụ, trong sáu mươi năm sau tính toán ban đầu của Newton, chuyển động dự đoán của điểm gần trái đất của mặt trăng chỉ là một nửa của chuyển động quan sát được. Vì các nhà vật lí toán học giỏi nhất châu Âu đã tiếp tục đánh vật không thành công với sự khác biệt được nhiều người biết đến, đôi khi đã có các đề xuất sửa đổi định luật nghịch bình phương của Newton. Nhưng chẳng ai coi các đề xuất này rất nghiêm túc, và trên thực tiễn sự kiên nhẫn này với một dị thường lớn tỏ ra được biện minh. Năm 1750 Clairaut đã có khả năng chứng tỏ rằng chỉ có phần toán học của ứng dụng đã sai và lí thuyết Newton có thể đứng vững như trước.[76] Ngay cả trong các trường hợp nơi không chỉ sai lầm có vẻ hoàn toàn có thể xảy ra (có lẽ toán học bị dính dáng là đơn giản hơn hay thuộc loại quen biết và thành công ở nơi khác), dị thường dai dẳng và được thừa nhận không luôn gây ra khủng hoảng. Không ai nghi ngờ nghiêm trọng lí thuyết Newton bởi vì sự khác biệt được thừa nhận từ lâu giữ các tiên đoán của lí thuyết đó và cả tốc độ âm thanh lẫn chuyển động của sao Thuỷ. Sự khác biệt đầu cuối cùng và hoàn toàn bất ngờ được giải quyết bằng các thí nghiệm về nhiệt được tiến hành cho một mục đích rất khác; sự khác biệt thứ hai biến mất với lí thuyết tương đối tổng quát sau một khủng hoảng mà nó đã không có vai trò gì để tạo ra.[77] Hình như cả hai đã có vẻ không có đủ cơ sở để gây ra tình trạng bất ổn đi cùng với khủng hoảng. Chúng được nhận ra như các phản thí dụ và vẫn được xếp sang một bên cho công trình muộn hơn.

Suy ra là nếu một dị thường gây ra khủng hoảng, thì nó thường phải nhiều hơn chỉ một dị thường. Luôn có những khó khăn ở đâu đó trong sự phù hợp khung mẫu-tự nhiên; hầu hết chúng sớm muộn được sắp đặt lại chỉnh tề, thường bằng các quá trình không thể dự kiến trước. Nhà khoa học tạm ngừng khảo sát mọi dị thường mà anh ta nhận thấy sẽ hiếm khi làm được công việc gì đáng kể. Vì thế ta phải hỏi cái gì là cái làm cho một dị thường có vẻ đáng khảo sát kĩ lưỡng có phối hợp, và đối với câu hỏi đó có lẽ không có câu trả lời hoàn toàn tổng quát nào. Các trường hợp mà ta đã khảo sát rồi là đặc trưng nhưng hầu như không là qui tắc. Đôi khi một dị thường sẽ rõ ràng đặt các khái quát hoá tường minh và cơ bản của khung mẫu thành vấn đề nghi ngờ, như vấn đề kéo lê ether đã làm đối với những người chấp nhận lí thuyết Maxwell. Hoặc, như trong cách mạng Copernican, một dị thường không có tầm quan trọng cơ bản rõ ràng có thể gây khủng hoảng nếu các ứng dụng mà nó ngăn cấm có một tầm quan trọng thực tiễn đặc biệt, ở trường hợp này là làm lịch và thuật tử vi. Hoặc, như trong hoá học thế kỉ mười tám, sự phát triển của khoa học thông thường có thể biến một dị thường trước kia chỉ là một sự khó chịu thành một nguồn khủng hoảng: vấn đề về tỉ lệ trọng lượng đã có địa vị rất khác sau tiến triển của các kĩ thuật hoá học khí nén. Có lẽ vẫn có các hoàn cảnh khác có thể làm cho một dị thường đặc biệt cấp bách, và thông thường nhiều cái thế này sẽ kết hợp. Chúng ta đã lưu ý rồi, thí dụ, rằng một nguồn khủng hoảng đối mặt với Copernicus đã chỉ là độ dài thời gian trong đó các nhà thiên văn học đã đánh vật không thành công với việc làm giảm bớt những khác biệt còn lại trong hệ thống của Ptolemy.

Khi, vì các lí do này hay lí do khác giống chúng, một dị thường hoá ra có vẻ là nhiều hơn chỉ một câu đố khác của khoa học thông thường, sự chuyển tiếp sang khủng hoảng và sang khoa học khác thường đã bắt đầu. Bây giờ bản thân dị thường được giới chuyên môn nhận ra là như vậy một cách phổ biến hơn. Ngày càng có nhiều trong số những người xuất sắc nhất của lĩnh vực chú ý ngày càng nhiều đến nó. Nếu nó vẫn tiếp tục kháng cự, do nó thường không, nhiều trong số họ có thể đi đến coi việc giải quyết nó *là* chủ đề của môn học của họ. Với họ lĩnh vực sẽ không còn giống hệt như trước kia nữa. Một phần diện mạo khác của nó đơn giản là kết quả của điểm chú tâm mới của sự khảo sát khoa học kĩ lưỡng. Một nguồn thậm chí quan trọng hơn của sự thay đổi là bản chất khác nhau của nhiều lời giải từng phần mà sự chú ý có phối hợp vào vấn đề đã làm cho có sẵn để dùng. Những tấn công ban đầu lên vấn đề kháng cự theo khá sát các qui tắc khung mẫu. Nhưng với sự kháng cự tiếp tục, ngày càng nhiều tấn công lên nó đã kéo theo sự trình bày lại nhỏ hay không nhỏ nào đó của khung mẫu, không hai cái nào trong số đó giống nhau, mỗi cái thành công

một phần, song chẳng cái nào thành công đủ đến mức để được nhóm chấp nhận như khung mẫu. Thông qua sự tăng nhanh này của những trình bày lại khác nhau (chúng ngày càng thường xuyên được mô tả như các điều chỉnh *ad hoc*), các qui tắc của khoa học thông thường ngày càng trở nên bị mờ đi. Tuy vẫn có một khung mẫu, ít người thực hành tỏ ra hoàn toàn đồng ý về nó là cái gì. Ngay cả các lời giải chuẩn của các vấn đề đã được giải quyết bị đặt thành vấn đề nghi ngờ.

Khi gay gắt, đôi khi các nhà khoa học liên can nhận ra tình hình này. Copernicus đã than phiền là ở thời ông các nhà thiên văn học đã rất "không nhất quán trong các khảo sát [thiên văn] này…đến mức họ thậm chí không thể giải thích hay quan sát độ dài không đổi của năm theo mùa." "Với họ", ông tiếp tục, "cứ như là một nghệ sĩ phải tập hợp tay, chân, đầu và các chi khác cho các bức tranh của anh ta từ các người mẫu khác nhau, mỗi bộ phận được vẽ tuyệt vời, song không liên hệ với một cơ thể duy nhất, và vì chúng chẳng bằng cách nào khớp với nhau, kết quả sẽ là một quái vật chứ không phải người".[78] Einstein, bị hạn chế bởi cách dùng hiện hành với ngôn ngữ ít bóng bảy hơn, đã chỉ viết, "Cứ như là mặt đất bị kéo ra khỏi dưới chân, chẳng thấy nền móng vững chắc ở bất cứ đâu, mà trên đó người ta có thể xây dựng".[79] Và Wolfgang Pauli, vào các tháng trước bài báo của Heisenberg về cơ học matrix chỉ đường đến một lí thuyết lượng tử mới, đã viết cho một người bạn, "Bây giờ vật lí học lại bị lẫn lộn kinh khủng. Trong mọi trường hợp, nó quá khó với tôi, và tôi muốn giá như mình đã là một diễn viên phim hài hay cái gì thuộc loại đó và chẳng bao giờ nghe đến vật lí học." Lời chứng đó đặc biệt gây ấn tượng nếu đối sánh với lời của Pauli sau đó ít hơn năm tháng: "Loại cơ học của Heisenberg đã lại cho tôi hi vọng và niềm vui trong cuộc sống. Thật ra mà nói nó không cung cấp lời giải cho câu đố, song tôi tin lại có thể tiến lên phía trước".[80]

Các sự thừa nhận thẳng thừng như vậy về sự suy sụp là cực kì hiếm, nhưng những ảnh hưởng của khủng hoảng không hoàn toàn phụ thuộc vào sự thừa nhận có ý thức về nó. Chúng ta có thể nói gì về những ảnh hưởng này? Chỉ hai trong số chúng có vẻ là phổ quát. Mọi khủng hoảng đều bắt đầu với sự làm mờ đi một khung mẫu và tiếp đó với sự nới lỏng các qui tắc cho nghiên cứu thông thường. Về khía cạnh này nghiên cứu trong khủng hoảng rất giống nghiên cứu trong giai đoạn trước-khung mẫu, trừ việc ở trường hợp trước vị trí của sự khác biệt là cả nhỏ hơn lẫn được xác định rõ hơn. Và mọi khủng hoảng chấm dứt theo một trong ba cách. Đôi khi khoa học thông thường cuối cùng tỏ ra có khả năng xử lí vấn đề gây ra khủng hoảng bất chấp những người coi đó là kết liễu của khung mẫu hiện hành. Trong các dịp khác vấn đề kháng cự ngay cả các cách tiếp cận mới cấp tiến. Sau đó các nhà khoa học có thể kết luận rằng sẽ không có lời giải nào cả trong trạng thái hiện thời của lĩnh vực của họ. Vấn đề được dán nhãn và để sang bên cho thế hệ tương lai với các công cụ phát triển hơn. Hoặc, cuối cùng, đó là trường hợp chúng ta quan tâm nhất ở đây, một khủng hoảng có thể kết thúc với sự nổi lên của một ứng viên mới cho khung mẫu và với cuộc chiến kế tiếp để được chấp nhận. Phương thức chấm dứt cuối cùng này sẽ được xem xét chi tiết ở các mục muộn hơn, nhưng chúng ta phải dự iến một chút cái sẽ được nói ở đó nhằm hoàn tất các nhận xét này về sự tiến hoá và giải phẫu của trạng thái khủng hoảng.

Quá độ từ một khung mẫu trong khủng hoảng đến một khung mẫu mới từ đó một truyền thống mới về khoa học thông thường có thể nổi lên còn xa mới là một quá trình tích luỹ, đạt được bằng trình bày rõ thêm hay mở rộng khung mẫu cũ. Đúng hơn nó là sự xây dựng lại lĩnh vực từ các cơ sở mới, một sự tái xây dựng làm thay đổi một số khái quát hoá lí thuyết cơ bản nhất của lĩnh vực cũng như của các phương pháp và ứng dụng khung mẫu của nó. Trong giai đoạn quá độ có sự chồng chéo lớn song không bao giờ đầy đủ giữa các vấn đề có thể được giải quyết bằng khung mẫu cũ và mới. Nhưng cũng sẽ có một sự khác biệt quyết định về các phương thức giải quyết. Khi quá độ hoàn tất, giới chuyên môn thay đổi cách nhìn của mình về lĩnh vực, các phương pháp, và các mục đích của của nó. Quan sát một trường hợp cổ điển về sự định hướng lại khoa học do thay đổi khung mẫu, một sử gia am tường mới đây đã mô tả nó như "tìm thấy cái đầu khác của cây gậy," một quá trình dính đến "việc xử lí cùng đống dữ liệu như trước, nhưng đặt chúng vào một hệ thống mới của các mối quan hệ với nhau bằng cách cho chúng một khung khổ khác".[81] Những người khác nhận thấy khía cạnh này của tiến bộ khoa học đã nhấn mạnh sự tương tự của nó với sự thay đổi về gestalt[*]

thị giác: các dấu hiệu trên giấy mà đầu tiên nhìn như một con chim bây giờ nhìn như một con linh dương, hay ngược lại.[82] Sự tương tự đó có thể gây lầm lạc. Các nhà khoa học không thấy cái gì đó như cái gì đó khác; thay vào đó, họ đơn giản thấy nó. Chúng ta đã khảo sát một vài trong số các vấn đề này rồi, vấn đề sinh ra do nói rằng Priesley đã thấy oxy như không khí bị phi nhiên tố. Ngoài ra, nhà khoa học không giữ quyền tự do của đối tượng gestalt để hoán đổi qua lại giữa các cách thấy. Tuy nghiên, hoán đổi gestalt, đặc biệt vì ngày nay nó rất quen thuộc, là một nguyên mẫu sơ đẳng cho cái xảy ra trong một dịch chuyển khung mẫu ở qui mô trọn vẹn.

Việc lường trước ở trên có thể giúp chúng ta nhận ra khủng hoảng như một khúc dạo đầu thích hợp cho sự nổi lên của các lí thuyết mới, đặc biệt vì chúng ta đã khảo sát rồi một phiên bản qui mô nhỏ của cùng quá trình trong thảo luận sự nổi lên của các phát minh. Chính vì sự nổi lên của một lí thuyết mới tuyệt giao với một truyền thống thực hành khoa học và đưa ra một truyền thống mới được tiến hành dưới các qui tắc khác và trong khuôn khổ một vũ trụ đàm luận khác, nó chắc chỉ xảy ra khi truyền thống đầu tiên cảm thấy đã lạc đường một cách trầm trọng. Nhận xét đó, tuy vậy, không hơn một khúc dạo đầu cho khảo sát trạng thái khủng hoảng, và, đáng tiếc, cho các câu hỏi cần đến thậm chí năng lực của nhà tâm lí học hơn là của nhà sử học. Nghiên cứu khác thường giống cái gì? Làm sao dị thường trở thành giống qui luật? Các nhà khoa học tiến hành ra sao khi chỉ biết rằng cái gì đó đã sai một cách cơ bản ở mức mà sự đào tạo của họ đã không trang bị cho họ [khả năng] để xử lí? Các câu hỏi như vậy cần được khảo sát nhiều hơn nhiều, và không phải đều mang tính lịch sử. Cái sẽ tiếp nhất thiết mang tính thăm dò, chưa dứt khoát và ít trọn vẹn hơn cái đã được nói ở trước.

Thường một khung mẫu mới nổi lên, chí ít còn trứng nước, trước khi một khủng hoảng đã phát triển xa hay được nhận ra một cách rõ rệt. Công việc của Lavoisier tỏ ra là một trường hợp như vậy. Lời ghi chép được niêm phong của ông được kí thác ở Viện Hàn Lâm Pháp ít hơn một năm sau nghiên cứu tỉ mỉ đầu tiên về các quan hệ trọng lượng trong lí thuyết nhiên tố và trước các công bố của Priesley đã tiết lộ đầy đủ qui mô khủng hoảng trong hoá học khí nén. Hoặc lại lần nữa, các báo cáo của Thomas Young về lí thuyết sóng ánh sáng đã xuất hiện ở giai đoạn rất sớm của một cuộc khủng hoảng đang nảy nở trong quang học, một khủng hoảng hầu như không đáng để ý trừ chuyện, nếu không có sự giúp đỡ của Young, nó đã dần dần trở thành một vụ tai tiếng khoa học quốc tế trong vòng một thập niên từ lúc ông viết lần đầu. Trong các trường hợp như thế này ta chỉ có thể nói rằng một sự đổ vỡ nhỏ của khung mẫu và sự làm mờ ngay đầu tiên của các qui tắc của nó cho khoa học thông thường đã là đủ để khiến ai đó nhìn lĩnh vực một cách khác đi. Cái xảy ra ở giữa cảm giác đầu tiên về rắc rối và sự thừa nhận một lựa chọn khả dĩ sẵn có hẳn chủ yếu là vô thức.

Tuy vậy, ở các trường hợp khác – thí dụ, trường hợp của Copernicus, Einstein, và lí thuyết hạt nhân đương thời – thời gian đáng kể trôi qua giữa nhận thức đầu tiên về suy sụp và sự nổi lên của một khung mẫu mới. Khi điều đó xảy ra, sử gia có thể chộp được chí ít vài ám chỉ về khoa học khác thường giống cái gì. Đối mặt với một dị thường được thừa nhận là cơ bản trong lí thuyết, nỗ lực đầu tiên của nhà khoa học thường là cô lập nó chính xác hơn và cho nó cấu trúc. Mặc dù bây giờ biết rằng chúng không thể hoàn toàn đúng, anh ta sẽ đẩy các qui tắc của khoa học thông thường ngặt nghèo hơn bao giờ hết để xem chính ở đâu và xa đến đâu có thể làm cho chúng hoạt động trong lĩnh vực khó khăn. Đồng thời anh ta sẽ tìm các cách để phóng đại sự đổ vỡ, để làm cho nó nổi bật hơn và có lẽ cũng gợi mở hơn nó đã là khi được biểu lộ trong các thí nghiệm mà người ta nghĩ rằng kết quả của chúng được biết từ trước. Và trong nỗ lực sau, hơn trong bất cứ phần khác nào của sự phát triển khoa học hậu-khung mẫu, anh ta sẽ trông hầu như giống hình ảnh phổ biến nhất của chúng ta về nhà khoa học. Đầu tiên, anh ta thường có vẻ như một người tìm kiếm hú hoạ, thử các thí nghiệm chỉ để xem cái gì sẽ xảy ra, tìm một hiệu ứng mà bản chất của nó anh ta không thể phỏng đoán hoàn toàn. Đồng thời, vì không thí nghiệm nào có thể được hình dung mà không có loại lí thuyết nào đó, nhà khoa học trong khủng hoảng sẽ liên tục thử tạo ra các lí thuyết suy đoán cái mà, nếu thành công, có thể tiết lộ con đường đến một khung mẫu mới và, nếu thất bại, có thể bị từ bỏ tương đối thanh thản.

Báo cáo của Kepler về cố gắng kéo dài của ông với chuyển động của sao Hoả và mô tả của Priesley về phản ứng của ông với sự tăng nhanh của các khí mới cung cấp các thí dụ cổ điển về loại tìm kiếm ngẫu nhiên hơn do nhận thức về dị thường gây ra.[83] Nhưng có lẽ minh hoạ hay nhất trong tất cả các minh hoạ là từ nghiên cứu đương thời trong lí thuyết trường và về các hạt cơ bản. Do thiếu một khủng hoảng cái làm cho cần chỉ để xem các qui tắc của khoa học thông thường có thể vươn xa tới đâu, nỗ lực cực kì lớn lao cần đến để khám phá ra neutrino có được biện minh không? Hay, nếu các qui tắc không sụp đổ ở một điểm không được tiết lộ nào đó, giả thuyết cấp tiến về sự không bảo toàn parity (tính chẵn lẻ) đã được hoặc gợi ý hoặc kiểm nghiệm? Giống phần lớn nghiên cứu khác về vật lí trong thập niên vừa qua, các thí nghiệm này một phần là các nỗ lực để khoanh vùng và xác định nguồn của một tập vẫn miên man của các dị thường.

Loại nghiên cứu khác thường này thường, tuy không phải nói chung, đi kèm loại khác. Tôi nghĩ, đặc biệt ở các giai đoạn của khủng hoảng được thừa nhận các nhà khoa học quay sang phân tích triết học như một công cụ cho mở khoá các câu đố của lĩnh vực của họ. Quả thực, khoa học thông thường thường thường tránh làm thân với triết học sáng tạo, và có lẽ vì các lí do xác đáng. Trong chừng mực công việc nghiên cứu thông thường có thể được tiến hành bằng cách sử dụng khung mẫu như một mô hình, các qui tắc và các giả thiết không cần phải nêu tường minh. Ở mục V ta đã nhận thấy rằng tập đầy đủ của các qui tắc do phân tích triết học tìm thấy thậm chí không cần tồn tại. Nhưng điều đó không phải là nói rằng tìm kiếm các giả thiết (thậm chí các giả thiết không-tồn tại) không thể là một cách hữu hiệu để làm yếu sự kìm kẹp của truyền thống lên đầu óc và để gợi ý cơ sở cho một truyền thống mới. Không ngẫu nhiên rằng các nghiên cứu triết học cơ bản về truyền thống nghiên cứu đương thời đã đi trước và đi kèm sự nổi lên của vật lí học Newton ở thế kỉ mười bảy và của thuyết tương đối và cơ học lượng tử ở thế kỉ hai mươi.[84] Cũng chẳng ngẫu nhiên là trong cả hai giai đoạn này cái gọi là thí nghiệm tư duy (trong đầu) [thought experiment] đã đóng một vai trò trọng yếu đến vậy trong sự tiến bộ của nghiên cứu. Như tôi đã cho thấy ở nơi khác, thí nghiệm tư duy giải tích chiếm một địa vị rất quan trọng trong các tác phẩm của Galileo, Einstein, Bohr, và những người khác, được tính toán hoàn hảo để phơi khung mẫu cũ đối với tri thức hiện tại theo những cách để cô lập nguồn gốc của khủng hoảng với một sự trong sáng không thể đạt được trong phòng thí nghiệm.[85]

Với sự triển khai các thủ tục khác thường này, đơn lẻ hay cùng nhau, một việc khác có thể xảy ra. Bằng tập trung sự chú ý khoa học vào một khu vực hẹp bị rắc rối và bằng chuẩn bị cho đầu óc khoa học thừa nhận các dị thường thực nghiệm như chúng là, khủng hoảng thường làm tăng nhanh các phát minh mới. Chúng ta đã lưu ý nhận thức về khủng hoảng phân biệt thế nào công trình của Lavoisier về oxy với công trình của Priesley; và oxy không phải là khí mới duy nhất mà các nhà hoá học nhận biết dị thường đã có khả năng khám phá ra ở công trình của Priesley. Hoặc lại nữa, các phát minh quang học mới tích tụ nhanh chóng đúng trước và trong khi lí thuyết sóng về ánh sáng nổi lên. Một số, như phân cực do phản xạ, đã là kết quả của những tình cờ mà công việc tập trung vào khu vực rắc rối làm cho có thể. (Malus, người phát minh, vừa mới bắt đầu làm việc cho tiểu luận đạt giải của Viện Hàn lâm về khúc xạ kép, một đề tài được biết rộng rãi là ở trạng thái không vừa lòng). Các vấn đề khác, như đốm sáng ở trung tâm của bóng của một đĩa tròn, là các tiên đoán từ các giả thuyết mới, mà thành công của chúng đã giúp biến đổi nó thành khung mẫu cho công việc muộn hơn. Và các vấn đề khác nữa, màu của các vết xước và của các tấm dày, là các hiệu ứng thường thấy và đôi khi được lưu ý trước đây, song, giống oxy của Priesley, đã được đồng hoá vào các hiệu ứng được nhiều người biết theo những cách ngăn cản việc nhìn chúng đúng như chúng là.[86] Có thể đưa ra một tường thuật tương tự về nhiều phát minh, từ khoảng 1895, liên tiếp đi kèm sự nổi lên của cơ học lượng tử.

Nghiên cứu khác thường hẳn có những biểu hiện khác và các hiệu ứng khác, nhưng trong khu vực này chúng ta chỉ vừa mới bắt đầu phát hiện ra các câu hỏi cần phải hỏi. Có lẽ, tuy vậy, không cần nhiều hơn ở thời điểm này. Các nhận xét trước phải là đủ để cho thấy làm thế nào khủng hoảng đồng thời nới lỏng các mẫu sẵn và cung cấp dữ liệu gia tăng cần cho một sự dịch chuyển khung mẫu cơ bản. Đôi khi hình thù của khung mẫu mới được báo hiệu trước trong cấu trúc mà nghiên cứu khác thường mang lại cho dị thường.

Einstein viết rằng trước khi ông có bất cứ thứ gì thay cho cơ học cổ điển, ông đã có thể thấy mối tương quan giữa các dị thường được biết của phát xạ vật đen, hiệu ứng quang điện, và tỉ nhiệt.[87] Thường là không có cấu trúc nào như vậy được thấy trước một cách có ý thức. Thay vào đó, khung mẫu mới, hay một gợi ý đủ cho phép trình bày rõ nó muộn hơn, xuất hiện đột ngột, đôi khi giữa nửa đêm, trong đầu của một người chìm sâu trong khủng hoảng. Bản chất của giai đoạn cuối cùng đó là gì – làm thế nào một cá nhân phát minh (hay thấy mình đã phát minh) ra cách mới để sắp xếp mọi số liệu được thu thập hiện nay – ở đây hẳn vẫn là bí hiểm và có thể vĩnh viễn là như thế. Hãy lưu ý chỉ một việc về nó. Những người đạt được các phát minh cơ bản này về một khung mẫu mới hầu như luôn luôn đã hoặc là rất trẻ hoặc là rất mới đối với lĩnh vực mà khung mẫu của chúng được họ thay đổi.[88] Và có lẽ điểm đó không cần nêu ra một cách tường minh, vì hiển nhiên những người này, ít dính vào thói quen trước đối với các qui tắc truyền thống của khoa học thông thường, là những người đặc biệt có thể nhận ra rằng các qui tắc đó không còn xác định một trò chơi có thể chơi được nữa và đi nghĩ ra một tập mới có thể thay thế chúng.

Quá độ đó đến một khung mẫu mới là cách mạng khoa học, một chủ đề mà chúng ta rốt cuộc đã chuẩn bị để tiếp cận một cách trực tiếp. Đầu tiên, tuy vậy, hãy lưu ý đến khía cạnh cuối và hình như khó nắm mà trong đó nội dung của ba mục vừa qua đã dọn đường. Cho đến Mục VI, nơi khái niệm về dị thường đầu tiên được đưa ra, từ 'cách mạng' và 'khoa học khác thường' có thể có vẻ tương đương. Quan trọng hơn, cả hai từ đều có vẻ không có nghĩa nhiều hơn 'khoa học không thông thường', một sự lòng vòng làm ít nhất một vài bạn đọc khó chịu. Trên thực tiễn, nó không cần phải làm vậy. Chúng ta sắp khám phá ra rằng một sự lòng vòng tương tự là đặc trưng của các lí thuyết khoa học. Gây khó chịu hay không, tuy vậy, sự lòng vòng đó không còn hoàn toàn nữa. Mục này và hai mục trước của tiểu luận này đã rút ra nhiều tiêu chuẩn về một sự suy sụp trong hoạt động khoa học thông thường, các tiêu chuẩn không hề phụ thuộc vào liệu một cuộc cách mạng có kế tiếp sự suy sụp đó hay không. Đối mặt với dị thường hay với khủng hoảng, các nhà khoa học có thái độ khác nhau đối với khung mẫu hiện hành, và bản chất của nghiên cứu của họ thay đổi một cách tương ứng. Sự tăng nhanh của các trình bày rõ hơn cạnh tranh nhau, sự sẵn sàng để thử bất cứ thứ gì, sự biểu lộ bất mãn rõ rệt, sự cầu viện đến triết học và để tranh cãi về những cái cơ bản, tất cả những thứ này là các triệu chứng của một quá độ từ nghiên cứu thông thường đến nghiên cứu khác thường. Khái niệm về khoa học thông thường phụ thuộc vào sự tồn tại của chúng nhiều hơn vào sự tồn tại của các cuộc cách mạng.

IX. Bản chất và sự Cần thiết của Cách mạng Khoa học

Những nhận xét này chí ít cho phép chúng ta xem xét các vấn đề cho tiểu luận này nhan đề của nó. Các cuộc cách mạng khoa học là gì, và chức năng của chúng là gì trong sự phát triển khoa học? Phần lớn câu trả lời cho các câu hỏi này đã được thảo luận trước ở các mục trên. Đặc biệt, thảo luận trước đã cho biết rằng ở đây các cuộc cách mạng được coi là các đoạn phát triển khôngluỹ tích trong đó một khung mẫu cũ hơn được thay toàn bộ hay một phần bằng một khung mẫu mới không tương thích. Tuy vậy, có nhiều hơn để nói, và có thể đưa ra một phần cốt yếu của nó bằng hỏi thêm một câu hỏi. Vì sao một sự thay đổi khung mẫu được gọi là một cuộc cách mạng? Đối mặt với những khác biệt rất lớn và cốt yếu giữa sự phát triển chính trị và khoa học, sự tương tự nào có thể biện hộ cho phép ẩn dụ để thấy cách mạng trong cả hai?

Một khía cạnh của sự tương tự hẳn đã hiển nhiên. Các cuộc cách mạng chính trị được mở đầu bởi một ý thức ngày càng tăng, thường giới hạn ở một mảng của cộng đồng chính trị, rằng các thể chế hiện hành đã ngừng đáp ứng một cách thoả đáng các vấn đề được đặt ra bởi môi trường mà nó đã một phần tạo ra. Cũng như thế, các cuộc cách mạng khoa học được mở đầu bởi một ý thức ngày càng tăng, thường lại giới hạn ở một nhánh hẹp của cộng đồng khoa học, rằng khung mẫu hiện hành đã ngừng hoạt động một cách thoả đáng trong giải thích một khía cạnh của tự nhiên mà bản thân khung mẫu trước đây đã mở đường đến. Trong cả phát triển chính trị lẫn khoa học cảm giác về trục trặc, cái có thể dẫn đến khủng hoảng, là điều kiện tiên quyết cho cách mạng. Hơn nữa, tuy phải thừa nhận có bắt ẩn dụ làm việc quá căng, sự tương tự đúng không chỉ cho những thay đổi khung mẫu trọng đại, như các thay đổi có thể qui cho Copernicus và Lavoisier, mà cũng cho các thay đổi nhỏ hơn nhiều gắn với sự đồng hoá một loại hiện tượng mới, như oxy hay tia-X. Các cuộc cách mạng, như chúng ta đã lưu ý ở cuối Mục V, cần có vẻ là cách mạng chỉ đối với những người mà khung mẫu của họ bị chúng ảnh hưởng. Đối với những người ngoài, giống các cuộc cách mạng vùng Balkan ở đầu thế kỉ hai mươi, có vẻ là các phần bình thường của quá trình phát triển. Chẳng hạn, các nhà thiên văn học có thể chấp nhận tia-X chỉ như một sự thêm vào cho tri thức, vì các khung mẫu của họ không bị ảnh hưởng bởi sự tồn tại của bức xạ mới. Song đối với những người như Kelvin, Crooks, và Roentgen, mà nghiên cứu của họ đề cập đến lí thuyết bức xạ hay các ống phóng cathode, sự nổi lên của tia-X nhất thiết vi phạm một khung mẫu vì nó tạo ra một khung mẫu khác. Đó là vì sao các tia này có thể được phát minh ra chỉ thông qua cái gì đó lúc đầu đi ngược với nghiên cứu thông thường.

Khía cạnh genetic [di truyền] này của sự tương tự giữa sự phát triển chính trị và khoa học không còn bị nghi ngờ nữa. Sự tương tự, tuy vậy, có một khía cạnh thứ hai và sâu sắc hơn mà tầm quan trọng của khía cạnh đầu phụ thuộc vào. Các cuộc cách mạng chính trị nhằm để thay đổi các định chế chính trị theo các cách mà bản thân các định chế đó cấm đoán. Thành công của chúng vì thế bắt phải từ bỏ một phần một tập các định chế để ủng hộ một tập khác, và trong thời gian chuyển tiếp, xã hội không hoàn toàn được cai trị bằng các thể chế chút nào. Khởi đầu chính một mình khủng hoảng là cái làm yếu đi vai trò của các định chế chính trị như chúng ta đã thấy rồi nó làm yếu vai trò của các khung mẫu. Các cá nhân với số tăng dần, ngày càng trở nên xa lánh với đời sống chính trị và ứng xử ngày càng kì quặc hơn bên trong nó. Rồi, khi khủng hoảng sâu thêm, nhiều trong số các cá nhân này cam kết theo một đề xuất cụ thể nào đó để tái xây dựng lại xã hội theo một khung khổ thể chế mới. Tại thời điểm đó xã hội phân chia thành các phe hay đảng cạnh tranh nhau, một phe tìm cách bảo vệ hình trạng thể chế cũ, các phe khác tìm cách lập nên một hình trạng thể chế mới nào đó. Và, một khi sự phân cực đó đã xảy ra, *sự cầu viện đến chính trị thất bại*. Bởi vì họ khác nhau về khung thể chế trong đó sự thay đổi chính trị cần đạt được và được đánh giá, bởi vì họ không thừa nhận khung khổ siêu-thể chế nào cho phân xử sự khác biệt cách mạng, các đảng hướng đến một xung đột cách mạng, cuối cùng phải dùng đến những kĩ thuật thuyết phục quần chúng, thường bao gồm vũ lực. Mặc dù các cuộc cách mạng đã có một vai trò sống còn trong tiến hoá của các thể chế chính trị, vai trò đó phụ thuộc vào việc chúng là các sự kiện một phần ngoài-chính trị hay ngoài-thể chế.

Phần còn lại của tiểu luận này nhằm chứng minh rằng nghiên cứu lịch sử về sự thay đổi khung mẫu tiết lộ các đặc trưng rất giống thế trong tiến hoá của các khoa học. Giống sự lựa chọn giữa các thể chế chính trị

cạnh tranh nhau, sự lựa chọn giữa các khung mẫu cạnh tranh nhau hoá ra là một sự lựa chọn giữa các phương thức không tương thích của đời sống cộng đồng. Bởi vì nó có đặc trưng đó, sự lựa chọn không và không thể được xác định chỉ bằng các thủ tục đánh giá đặc trưng của khoa học thông thường, vì các thủ tục này phụ thuộc một phần vào một khung mẫu cá biệt, và khung mẫu đó đang bị tranh cãi. Khi các khung mẫu, như chúng phải, bước vào một tranh cãi về lựa chọn khung mẫu, vai trò của chúng nhất thiết là lòng vòng. Mỗi nhóm dùng khung mẫu của chính mình để lí lẽ bảo vệ khung mẫu đó.

Tính lòng vòng nảy sinh, tất nhiên, không làm cho các lí lẽ là sai hay thậm chí vô hiệu quả. Người đi giả thuyết một khung mẫu khi lí lẽ bảo vệ nó tuy nhiên có thể đưa ra một sự trưng bày rõ về thực tiễn khoa học sẽ giống thế nào cho những người chấp nhận cách nhìn mới về tự nhiên. Sự trưng bày đó có thể là vô cùng thuyết phục, thường hấp dẫn cũng vậy. Thế nhưng, dù sức thuyết phục của nó có thể thế nào, địa vị của lí lẽ lòng vòng chỉ là địa vị thuyết phục. Không thể biến nó thành sự thuyết phục logic hay thậm chí về mặt xác suất cho những người từ chối bước vào vòng tròn. Các tiền đề và giá trị chia sẻ bởi hai phe của một tranh cãi về các khung mẫu là không đủ bao quát cho việc đó. Như trong các cuộc cách mạng chính trị, cũng như trong lựa chọn khung mẫu- không có chuẩn mực nào cao hơn sự tán thành của cộng đồng liên quan. Để khám phá ra các cuộc cách mạng khoa học được thực hiện thế nào, vì thế chúng ta phải xem xét không chỉ tác động của tự nhiên và của logic, mà cả các kĩ thuật của luận chứng thuyết phục có hiệu lực bên trong các nhóm khá đặc biệt tạo thành cộng đồng các nhà khoa học.

Để khám phá ra vì sao vấn đề này của sự lựa chọn khung mẫu chẳng bao giờ có thể được giải quyết một cách dứt khoát chỉ riêng bằng logic và thí nghiệm, phải xem xét ngắn gọn bản chất của những khác biệt tách những người ủng hộ một khung mẫu truyền thống khỏi những người kế vị cách mạng của họ. Việc xem xét đó là đối tượng chính của mục này và mục tiếp. Tuy vậy, chúng ta đã lưu ý rồi nhiều thí dụ về những khác biệt như vậy, và không ai nghi ngờ rằng lịch sử có thể cung cấp nhiều thí dụ khác. Cái chắc bị nghi ngờ nhiều hơn sự tồn tại của chúng – và vì thế là cái phải được xem xét đầu tiên – là các thí dụ như vậy cung cấp thông tin cốt yếu về bản chất của khoa học. Công nhận rằng sự loại bỏ khung mẫu là một sự thực lịch sử, nó có rọi sáng nhiều hơn tính cả tin và tính lẫn lộn của con người? Có các lí do nội tại vì sao sự đồng hoá hoặc một loại hiện tượng mới hay một lí thuyết khoa học mới phải đòi sự từ bỏ một khung mẫu cũ hơn?

Lưu ý đầu tiên rằng nếu có các lí do như vậy, chúng không được dẫn ra từ cấu trúc logic của tri thức khoa học. Về nguyên lí, một hiện tượng mới có thể nổi lên mà không chỉ trích một cách huỷ hoại bất cứ phần nào của thực hành khoa học quá khứ. Mặc dù sự khám phá ra sự sống trên mặt trăng ngày nay có thể phá huỷ các khung mẫu hiện hành (chúng cho ta biết các thứ về mặt trăng có vẻ không tương thích với sự tồn tại của sự sống ở đó), khám phá ra sự sống ở phần ít được biết đến nào đó của thiên hà có thể sẽ không [có tính phá huỷ như vậy]. Cũng thế, một lí thuyết mới không phải buộc xung đột với bất cứ lí thuyết trước nào của nó. Nó có thể đề cập chỉ riêng đến các hiện tượng trước đây chưa được biết, như lí thuyết lượng tử đề cập (nhưng, ở mức độ rộng lớn, không chỉ riêng đến) các hiện tượng dưới nguyên tử chưa được biết trước thế kỉ hai mươi. Hoặc lần nữa, lí thuyết mới có thể đơn giản là một lí thuyết ở mức cao hơn các lí thuyết được biết đến trước đây, một lí thuyết liên kết toàn bộ một nhóm các lí thuyết ở mức thấp hơn lại với nhau mà không thay đổi về căn bản bất cứ cái nào. Ngày nay, lí thuyết về bảo toàn năng lượng cung cấp các liên kết như vậy giữa động học, hoá học, điện học, quang học, lí thuyết nhiệt, và v.v. Vẫn còn có thể hình dung ra các quan hệ tương thích khác giữa các lí thuyết cũ và mới. Mỗi hay tất cả chúng có thể được minh hoạ bằng quá trình lịch sử qua đó khoa học đã phát triển. Giả như chúng là thế, sự phát triển khoa học sẽ đích thực mang tính luỹ tích. Các loại hiện tượng mới sẽ đơn giản tiết lộ một khía cạnh của tự nhiên mà trước kia chẳng ai thấy cả. Trong sự tiến hoá của khoa học, tri thức mới sẽ thay thế sự dốt nát hơn là thay thế tri thức thuộc loại khác và không tương thích.

Tất nhiên, khoa học (hay hoạt động táo bạo khác nào đó, có lẽ ít hiệu quả hơn) có thể được phát triển theo cách hoàn toàn luỹ tích ấy. Nhiều người đã tin là như vậy, và hầu hết vẫn có vẻ cho rằng sự tích luỹ đó chí ít là lí tưởng mà sự phát triển lịch sử có thể phơi bày, giả như nó không thường bị tính khí thất thường

của con người làm méo mó. Có các lí do quan trọng cho lòng tin đó. Trong Mục X chúng ta sẽ khám phá ra quan điểm về khoa học như sự tích luỹ bị mắc rối chặt thế nào vào một nhận thức luận trội nhất coi tri thức là một cấu trúc do trí óc đặt trực tiếp lên dữ liệu tri giác thô. Và ở Mục XI chúng ta sẽ khảo sát sự ủng hộ mạnh mẽ do kĩ thuật giáo dục khoa học hữu hiệu cung cấp cho cùng sơ đồ chép sử đó. Tuy nhiên, bất chấp vẻ cực kì hợp lí của bức tranh lí tưởng đó, có lí do ngày càng tăng để tự hỏi liệu nó có thể là một bức tranh của *khoa học* không. Sau giai đoạn trước-khung mẫu sự đồng hoá của tất cả các lí thuyết mới và của hầu hết mọi loại hiện tượng mới, thực ra, đòi hỏi sự phá huỷ khung mẫu trước và xung đột do hậu quả của nó giữa các trường phái tư duy khoa học cạnh tranh nhau. Việc nhận được một cách luỹ tích các điều mới lạ không dự kiến hoá ra là một ngoại lệ hầu như không tồn tại đối với quy tắc phát triển khoa học. Người coi sự thực lịch sử một cách nghiêm túc phải nghi ngờ rằng khoa học không tiến đến lí tưởng mà bức tranh của chúng ta về tính tích luỹ của nó đã gợi ý. Có lẽ nó là một loại hoạt động táo bạo khác.

Tuy vậy, nếu các sự thực kháng cự đưa chúng ta xa đến thế, thì một cái nhìn thứ hai đến lĩnh vực mà chúng ta đã đề cập rồi có thể gợi ý rằng sự nhận được tính mới lạ một cách luỹ tích không chỉ là hiếm trên thực tế mà là không chắc có thực về nguyên lí. Nghiên cứu thông thường, *có* tính luỹ tích, có được thành công là nhờ các nhà khoa học thường xuyên có khả năng chọn các vấn đề có thể giải quyết được bằng những kĩ thuật quan niệm và công cụ gần với kĩ thuật đã tồn tại rồi. (Đó là vì sao một sự quan tâm quá thể đến các vấn đề hữu dụng, bất chấp quan hệ của chúng với tri thức và kĩ thuật hiện tại, lại có thể kiềm chế sự phát triển khoa học dễ đến vậy). Người cố gắng giải một vấn đề được xác định bởi tri thức và kĩ thuật hiện hành, tuy vậy, không phải là người chỉ ngó quanh. Anh ta biết mình muốn đạt cái gì, và thiết kế các công cụ và hướng suy nghĩ của mình một cách phù hợp. Sự mới lạ không dự kiến, sự phát minh mới, có thể nổi lên chỉ ở mức độ mà các dự kiến của anh ta về tự nhiên và các công cụ của anh ta tỏ ra là sai. Thường bản thân tầm quan trọng của phát minh do nó mang lại sẽ tỉ lệ với mức độ và tính ương ngạnh của dị thường báo hiệu sự phát minh. Khi đó, hiển nhiên hẳn phải có một xung đột giữa khung mẫu đã tiết lộ dị thường và khung mẫu muộn hơn làm cho dị thường giống qui luật. Các thí dụ về phát minh thông qua phá huỷ khung mẫu được khảo sát ở Mục VI không đối đầu chúng ta với sự tình cờ lịch sử đơn thuần. Không có cách hữu hiệu khác trong đó các phát minh có thể được tạo ra.

Cùng lí lẽ áp dụng thậm chí rõ ràng hơn cho sự sáng tác ra các lí thuyết mới. Về nguyên tắc, chỉ có ba loại hiện tượng mà về nó một lí thuyết mới có thể được phát triển. Loại đầu tiên gồm các hiện tượng đã được các khung mẫu hiện hành giải thích tốt rồi, và các hiện tượng này hiếm khi tạo ra hoặc động cơ hay điểm xuất phát cho việc xây dựng lí thuyết. Khi chúng làm vậy, như với ba sự thấy trước nổi tiếng được thảo luận ở cuối Mục VII, và các lí thuyết sinh ra từ đó hiếm khi được chấp nhận, bởi vì tự nhiên không cung cấp cơ sở nào cho sự phân biệt đối xử. Một lớp thứ hai gồm các hiện tượng mà bản chất của chúng được khung mẫu hiện hành nêu sơ bộ nhưng những chi tiết của chúng chỉ có thể hiểu được thông qua làm rõ thêm lí thuyết. Đấy là các hiện tượng mà trong phần lớn thời gian các nhà khoa học hướng việc nghiên cứu của mình vào, nhưng nghiên cứu đó nhằm trình bày rõ thêm các khung mẫu hiện hành hơn là sáng tác ra các khung mẫu mới. Chỉ khi các nỗ lực này để trình bày rõ bị thất bại, thì các nhà khoa học mới gặp các hiện tượng loại thứ ba, những dị thường được thừa nhận mà nét đặc trưng của chúng là sự từ chối ương ngạnh để được đồng hoá vào các khung mẫu hiện hành. Riêng loại này mới gây ra các lí thuyết mới. Các khung mẫu cung cấp một vị trí do lí thuyết xác định về trường nhìn của các nhà khoa học cho tất cả các hiện tượng trừ các dị thường.

Nhưng nếu các lí thuyết đem hết sức mình ra để giải quyết các dị thường trong quan hệ của một lí thuyết hiện hành đối với tự nhiên, thì ở đâu đó lí thuyết mới thành công phải cho phép các tiên đoán khác với các tiên đoán được dẫn ra từ lí thuyết tiền nhiệm. Sự khác biệt đó không thể xảy ra nếu hai cái giả như tương thích nhau về logic. Trong quá trình để được đồng hoá, lí thuyết thứ hai phải thế chỗ cho lí thuyết thứ nhất. Ngay cả một lí thuyết như sự bảo toàn năng lượng, mà ngày nay có vẻ như là một siêu kiến trúc logic có quan hệ với tự nhiên chỉ thông qua các lí thuyết đã được xác lập, về mặt lịch sử đã không phát triển mà

không có sự phá huỷ khung mẫu. Thay vào đó, nó nổi lên từ một khủng hoảng trong đó thành phần cốt yếu là sự bất tương thích giữa động học Newton và một số hậu quả mới được trình bày của lí thuyết caloric về nhiệt. Chỉ sau khi lí thuyết caloric bị loại bỏ thì bảo toàn năng lượng mới trở thành một phần của khoa học.[89] Và chỉ sau khi đã trở thành một phần của khoa học một thời gian nó mới có thể có vẻ là một lí thuyết thuộc loại cao hơn, lí thuyết không xung đột với các lí thuyết trước. Thật khó để thấy các lí thuyết mới có thể nổi lên thế nào mà không có các thay đổi huỷ hoại này về lòng tin về tự nhiên. Mặc dù tính bao gồm logic vẫn là một cách nhìn có thể chấp nhận được về quan hệ giữa các lí thuyết khoa học nối tiếp nhau, nó là một sự đáng ngờ lịch sử.

Tôi nghĩ, một thế kỉ trước đã có thể để cho lí lẽ biện hộ cho sự cần thiết của cách mạng ngừng lại ở điểm này. Nhưng ngày nay, đáng tiếc, điều đó không thể làm được bởi vì quan điểm về chủ đề được trình bày ở trên không thể duy trì được nếu sự diễn giải đương thời phổ biến nhất về bản chất và chức năng của lí thuyết khoa học được chấp nhận. Sự diễn giải đó, gắn mật thiết với chủ nghĩa thực chứng logic ban đầu và không bị các chủ nghĩa kế vị của nó loại bỏ dứt khoát, sẽ hạn chế phạm vi và ý nghĩa của một lí thuyết được chấp nhận đến mức nó có lẽ có thể không mâu thuẫn với bất cứ lí thuyết muộn hơn nào đưa ra các tiên đoán về một số trong cùng các hiện tượng tự nhiên đó. Sự biện hộ mạnh mẽ nhất và nổi tiếng nhất cho quan niệm bị hạn chế này về một lí thuyết khoa học nổi lên trong các thảo luận về mối quan hệ giữa động học Einsteinian đương thời và các phương trình động học cũ hơn bắt nguồn từ *Principia* của Newton. Từ quan điểm của tiểu luận này hai lí thuyết đó căn bản là không tương thích nhau theo nghĩa được minh hoạ bởi mối quan hệ của thiên văn học Copernican và Ptolemaic: lí thuyết của Einstein có thể được chấp nhận chỉ với sự thừa nhận rằng lí thuyết của Newton đã sai. Ngày nay đây vẫn là một quan điểm thiểu số.[90] Vì thế chúng ta phải thẩm tra các phản đối phổ biến nhất đối với nó.

Lí do chính của những phản đối này có thể được trình bày như sau. Động học tương đối không thể chứng tỏ động học Newton là sai, vì động học Newton vẫn được hầu hết kĩ sư và, trong các ứng dụng chọn lọc, được nhiều nhà vật lí dùng với thành công to lớn. Hơn nữa, tính đúng đắn của việc sử dụng này của lí thuyết cũ hơn có thể được chứng thực từ chính lí thuyết đã thay thế nó trong các ứng dụng khác. Lí thuyết của Einstein có thể được dùng để chứng tỏ rằng các tiên đoán từ các phương trình của Newton cũng tốt khi các công cụ đo lường của chúng ta trong mọi ứng dụng thoả mãn một số ít các điều kiện hạn chế. Thí dụ, nếu để cho lí thuyết Newton cung cấp một lời giải gần đúng tốt, tốc độ tương đối của các vật thể được xem xét phải nhỏ so với tốc độ ánh sáng. Dưới điều kiện này và vài điều kiện khác, lí thuyết Newton có vẻ có thể được dẫn ra từ lí thuyết Einstein, vì thế là một trường hợp đặc biệt của lí thuyết Einstein.

Nhưng, sự phản đối tiếp tục, không lí thuyết nào có lẽ có thể mâu thuẫn với một trong các trường hợp đặc biệt của nó. Nếu khoa học Einsteinian dường như làm cho động học Newtonian sai, đó chỉ là vì một số người theo Newton đã thiếu thận trọng đến mức cho rằng lí thuyết Newton mang lại các kết quả hoàn toàn chính xác hay rằng nó có hiệu lực ở các tốc độ tương đối rất cao. Vì họ đã không thể có bất cứ bằng chứng nào cho các đòi hỏi như vậy, họ đã phản bội các chuẩn mực khoa học khi họ đưa ra các đòi hỏi đó. Ở chừng mức mà lí thuyết Newton đã từng là một lí thuyết khoa học thật sự được bằng chứng hợp lệ ủng hộ, nó vẫn là thế. Chỉ có các đòi hỏi quá đáng đối với lí thuyết – các đòi hỏi chẳng bao giờ là các phần thích đáng của khoa học- có thể đã được Einstein chứng tỏ là sai. Loại bỏ những sự quá đáng đơn thuần con người này, lí thuyết Newtonian đã chưa bao giờ bị thách thức và không thể bị thách thức.

Biến thể nào đó của lí lẽ này là hoàn toàn đủ để làm cho bất cứ lí thuyết nào, từng được một nhóm đáng kể nhà khoa học giỏi sử dụng, được miễn khỏi bị tấn công. Thí dụ, lí thuyết nhiên tố độc hại đã tạo trật tự cho một số lớn các hiện tượng vật lí và hoá học. Nó giải thích vì sao các vật đã cháy – chúng giàu nhiên tố – và vì sao các kim loại lại có nhiều tính chất chung hơn nhiều so với quặng của chúng. Các kim loại tất cả đã được pha trộn từ các loại đất sơ đẳng khác nhau với nhiên tố, và cái sau, là chung cho mọi kim loại, đã tạo ra các tính chất chung. Ngoài ra, lí thuyết nhiên tố đã giải thích một số phản ứng trong đó các axít được tạo ra bởi sự cháy của các chất như các bon và lưu huỳnh. Nó cũng giải thích sự giảm thể tích khi sự cháy

xảy ra trong một thể tích không khí khép kín – nhiên tố do sự cháy giải phóng "làm hư" tính đàn hồi của không khí hấp thu nó, hệt như lửa "làm hư" tính đàn hồi của một lò xo thép.[91] Giả như đấy là các hiện tượng duy nhất mà các nhà lí thuyết nhiên tố đã đòi hỏi cho lí thuyết của họ, thì lí thuyết đó chẳng bao giờ có thể bị thách thức. Một lập luận tương tự sẽ là đủ cho bất cứ lí thuyết nào đã từng được áp dụng thành công cho bất cứ phạm vi nào của các hiện tượng.

Nhưng đi cứu các lí thuyết theo cách này, phạm vi áp dụng của chúng phải bị giới hạn cho các hiện tượng và cho mức chính xác quan sát mà bằng chứng thí nghiệm có trong tay đã đề cập rồi.[92] Tiến hành thêm chỉ một bước nữa (và một bước hầu như không thể tránh được một khi đã tiến hành bước đầu tiên), một sự hạn chế như vậy ngăn cấm nhà khoa học đòi hỏi để nói "một cách khoa học" về bất cứ hiện tượng nào chưa được quan sát. Ngay cả ở dạng hiện tại sự hạn chế ngăn cấm nhà khoa học dựa vào một lí thuyết trong nghiên cứu của chính anh ta mỗi khi việc nghiên cứu bước vào một lĩnh vực hay tìm kiếm một độ chính xác mà thực tiễn quá khứ với lí thuyết không cho tiền lệ nào. Những ngăn cấm này là không thể bắt bẻ được về mặt logic. Nhưng kết quả của việc chấp nhận chúng sẽ là kết liễu của sự nghiên cứu mà qua đó khoa học có thể phát triển hơn nữa.

Vào lúc này điểm đó cũng hầu như là một tautology [phép lặp thừa]. Không có sự cam kết đối với một khung mẫu sẽ không có thể có khoa học thông thường. Hơn nữa, sự cam kết đó phải mở rộng ra các lĩnh vực và mức độ chính xác mà không có tiền lệ đầy đủ nào. Nếu không, khung mẫu có thể không cung cấp câu đố nào chưa được giải rồi. Vả lại, không chỉ khoa học thông thường là cái phụ thuộc vào sự cam kết đối với một khung mẫu. Nếu lí thuyết hiện hành trói buộc nhà khoa học chỉ đối với các ứng dụng hiện hành, thì không thể có ngạc nhiên, dị thường, hay khủng hoảng nào. Song đấy đúng là các biển chỉ đường dẫn đến khoa học khác thường. Nếu các hạn chế thực chứng chủ nghĩa về phạm vi ứng dụng hợp lệ của một lí thuyết được hiểu theo nghĩa đen, thì cơ chế nói cho cộng đồng khoa học rằng các vấn đề nào có thể dẫn đến sự thay đổi căn bản phải ngưng hoạt động. Và khi điều đó xảy ra, cộng đồng sẽ chắc hẳn quay sang cái gì đó giống trạng thái trước-khung mẫu của nó, một tình cảnh trong đó tất cả các thành viên thực hành khoa học nhưng sản phẩm tổng quát của họ chẳng hề giống khoa học chút nào. Có thực ngạc nhiên chút nào rằng cái giá của sự tiến bộ khoa học đáng kể là một sự cam kết có khả năng dẫn đến rủi ro trở thành sai?

Quan trọng hơn, có một thiếu sót logic bộc lộ trong lí lẽ của nhà thực chứng, điều sẽ đưa chúng ta lại ngay lập tức tới bản chất của sự thay đổi cách mạng. Động học Newtonian thực tế *có thể được dẫn ra* từ động học tương đối? Việc suy dẫn như vậy nhìn thế nào? Hãy tưởng tượng một tập các mệnh đề, E1, E2, …, En, cùng nhau biểu hiện các qui luật của lí thuyết tương đối. Các mệnh đề này chứa các biến số và tham số đại diện cho vị trí không gian, thời gian, khối lượng nghỉ, v.v. Từ chúng, cùng với bộ máy của logic học và toán học, có thể suy diễn ra một tập đầy đủ của các mệnh đề nữa kể cả một số có thể kiểm tra bằng quan sát. Để chứng minh tính thoả đáng của động học Newtonian như một trường hợp đặc biệt, chúng ta phải thêm các mệnh đề phụ vào các mệnh đề Ei, như $(v/c)^2 << 1$, hạn chế dải của các tham số và biến số. Tập được mở rộng này của các mệnh đề sau đó được thao tác để sinh ra một một tập mới, N1, N2, …, Nm, đồng nhất với dạng của các định luật của Newton về động học, định luật hấp dẫn, và v.v. Động học Newtonian hình như đã được dẫn ra từ động học Einsteinian, với một vài điều kiện tới hạn.

Thế nhưng sự suy dẫn là giả mạo, ít nhất cho tới điểm này. Mặc dù các mệnh đề Ni là trường hợp đặc biệt của các qui luật của cơ học tương đối, chúng không phải là các Qui luật Newton. Hoặc chí ít chúng không là trừ phi các qui luật đó được diễn giải lại theo cách đã không thể làm được cho đến sau công trình của Einstein. Các biến số và các tham số mà trong các mệnh đề Einsteinian Ei biểu hiện vị trí không gian, thời gian, khối lượng, v.v., vẫn xuất hiện trong các mệnh đề Ni; và chúng vẫn biểu diễn không gian, thời gian, khối lượng Einsteinian. Song các vật thể vật lí ám chỉ các khái niệm Einsteinian này không hề đồng nhất với các vật thể vật lí ám chỉ các khái niệm Newtonian cùng tên. (Khối lượng Newtonian được bảo toàn; khối lượng Einsteinian có thể hoán đổi với năng lượng. Chỉ ở các tốc độ tương đối thấp hai thứ mới có thể được đo theo cùng cách, và ngay cả khi đó chúng không được hình dung là hệt như nhau). Trừ phi

chúng ta thay đổi các định nghĩa của các biến số trong các Ni, các mệnh đề mà chúng ta đã suy dẫn ra không phải là Newtonian. Nếu thay đổi chúng, ta không thể nói một cách đúng đắn rằng chúng ta *đã suy dẫn ra* các Qui luật của Newton, chí ít theo bất cứ nghĩa nào của từ "suy dẫn ra" hiện nay được thừa nhận thông thường. Lí lẽ của chúng ta, tất nhiên, giải thích vì sao các Qui luật của Newton có vẻ đã từng hoạt động. Bằng làm vậy nó đã biện hộ, chẳng hạn, cho một người lái xe trong hành động cứ như là anh ta sống trong một vũ trụ Newtonian. Một lí lẽ cùng loại được dùng để biện hộ cho việc giảng dạy thiên văn học địa tâm cho những người lập bản đồ địa chính. Nhưng lí lẽ vẫn không làm được cái nó dự định làm. Tức là, nó đã không chứng tỏ rằng các Qui luật của Newton là trường hợp đặc biệt của các qui luật của Einstein. Vì trong sự chuyển qua giới hạn không chỉ có dạng của các qui luật đã thay đổi. Đồng thời chúng ta phải thay đổi các yếu tố cấu trúc cơ bản tạo nên vũ trụ trong đó các qui luật được áp dụng.

Sự cần thiết này để thay đổi ý nghĩa của các khái niệm đã được xác lập và quen thuộc là cái cốt lõi của ảnh hưởng cách mạng của lí thuyết Einstein. Tuy tinh tế hơn sự thay đổi từ thuyết địa tâm sang nhật tâm, từ nhiên tố sang oxy, hay từ hạt sang sóng, sự biến đổi quan niệm do nó gây ra không kém huỷ hoại một cách quyết định đối với khung mẫu được xác lập trước. Thậm chí chúng ta đi đến coi nó như nguyên mẫu cho những sự tái định hướng cách mạng trong khoa học. Chính vì nó không kéo theo việc đưa thêm các đối tượng hay khái niệm vào, sự chuyển đổi từ cơ học Newtonian sang cơ học Einsteinian, với sự sáng tỏ đặc biệt, đã minh hoạ cách mạng khoa học như một sự dịch chuyển mạng lưới quan niệm qua đó các nhà khoa học xem xét thế giới.

Các nhận xét này phải là đủ, trong một không khí triết học khác, để chứng tỏ cái gì có thể đã được coi là dĩ nhiên. Ít nhất đối với các nhà khoa học, hầu hết các khác biệt bề ngoài, giữa một lí thuyết khoa học bị loại bỏ và lí thuyết kế vị nó, là thực. Tuy một lí thuyết lỗi thời luôn có thể xem như một trường hợp đặc biệt của lí thuyết hợp thời kế vị, nó phải được biến đổi cho mục đích ấy. Và sự biến đổi là cái có thể được tiến hành chỉ với các lợi thế của nhận thức muộn, sự hướng dẫn rõ ràng của lí thuyết mới hơn. Vả lại, cho dù sự biến đổi đó có là công cụ chính đáng để dùng trong diễn giải lí thuyết cũ, kết quả của sự ứng dụng đó có thể là một lí thuyết bị hạn chế đến mức nó chỉ có thể phát biểu lại cái đã được biết rồi. Vì tính kinh tế của nó, sự trình bày lại có thể hữu ích, song nó không thể đủ cho hướng dẫn nghiên cứu.

Vì thế, hãy để chúng ta coi là dĩ nhiên rằng các khác biệt giữa các khung mẫu kế tiếp nhau là cả cần thiết lẫn không thể hoà hợp. Rồi chúng ta có thể nói rõ ràng hơn các loại khác biệt này là gì? Loại hiển nhiên nhất đã được minh hoạ lặp đi lặp lại rồi. Các khung mẫu kế tiếp nói cho chúng ta các thứ khác nhau về dân cư của vũ trụ và về ứng xử của dân cư đó. Tức là, chúng khác nhau về các câu hỏi như sự tồn tại của các hạt dưới nguyên tử, tính vật chất của ánh sáng, và sự bảo toàn nhiệt hay năng lượng. Đấy là các khác biệt thực chất giữa các khung mẫu kế tiếp, và chúng không đòi minh hoạ nào thêm. Nhưng các khung mẫu khác nhau nhiều hơn thực chất, vì chúng hướng không chỉ đến tự nhiên mà cũng hướng lại lên khoa học đã tạo ra chúng. Chúng là nguồn của các phương pháp, lĩnh vực-vấn đề, và các chuẩn mực về lời giải được chấp nhận bởi bất cứ cộng đồng khoa học trưởng thành nào ở bất cứ thời gian cho trước nào. Như một kết quả, sự tiếp nhận một khung mẫu mới thường bắt phải định nghĩa lại khoa học tương ứng. Một số vấn đề cũ có thể được giao cho khoa học khác hay bị tuyên bố là hoàn toàn "phi khoa học". Các vấn đề khác mà trước kia không tồn tại hay tầm thường, với khung mẫu mới, có thể trở thành chính các nguyên mẫu của thành tựu khoa học đáng kể. Và khi các vấn đề thay đổi, thường chuẩn mực phân biệt một lời giải khoa học thật sự khỏi một suy diễn siêu hình, trò chơi chữ, hay trò chơi toán học đơn thuần, cũng thay đổi. Truyền thống khoa học thông thường nổi lên từ một cuộc cách mạng không chỉ không tương thích mà thường thật sự không thể so sánh được với truyền thống đã qua trước đây.

Tác động của công trình của Newton lên truyền thống thông thường thế kỉ mười bảy về thực hành khoa học cung cấp một thí dụ nổi bật về các hiệu ứng tế nhị hơn này của dịch chuyển khung mẫu. Trước khi Newton sinh, "khoa học mới' của thế kỉ chí ít đã thành công loại bỏ các giải thích Aristotlian và kinh viện được biểu lộ dưới dạng bản chất của các vật thể vật chất. Nói rằng hòn đá rơi vì "bản chất" của nó lùa nó

hướng tới trung tâm vũ trụ đã bị làm cho có vẻ chỉ là sự chơi chữ lặp thừa, cái gì đó trước kia không phải thế. Từ nay trở đi toàn bộ dòng chảy của các diện mạo giác quan, kể cả màu sắc, mùi vị, và thậm chí trọng lượng, đã có khả năng được giải thích dưới dạng kích thước, hình thù, vị trí, và chuyển động của các hạt sơ đẳng của vật chất cơ bản. Sự qui kết các đặc tính khác cho các nguyên tử cơ bản đã là một sự viện dẫn đến bí ẩn và vì thế ngoài phạm vi khoa học. Molière đã tóm chính xác được tinh thần mới khi ông chế nhạo bác sĩ người đi giải thích hiệu lực của thuốc phiện như một chất gây ngủ bằng qui cho nó một tiềm năng ru ngủ mạnh. Trong nửa cuối của thế kỉ mười bảy nhiều nhà khoa học thích nói rằng hình thù tròn trĩnh của các hạt thuốc phiện đã làm cho chúng có thể vuốt ve các dây thần kinh mà chúng di chuyển xung quanh.[93]

Ở giai đoạn ban đầu các giải thích dưới dạng các đặc tính bí ẩn đã là phần không tách rời của công trình khoa học hữu ích. Tuy nhiên, sự cam kết mới của thế kỉ mười bảy đối với sự giải thích cơ-hạt đã tỏ ra vô cùng hiệu quả cho một số khoa học, giải thoát chúng khỏi các vấn đề thách đố lời giải đã được chấp nhận nói chung và gợi ý các vấn đề khác thay thế chúng. Thí dụ, trong động học ba qui luật của Newton về chuyển động ít là một sản phẩm của các thí nghiệm mới hơn là sản phẩm của nỗ lực đi diễn giải lại các quan sát nổi tiếng dưới dạng các chuyển động và tương tác của các hạt trung tính cơ bản. Hãy chỉ xét một minh hoạ cụ thể. Vì các hạt trung tính có thể tác động lên nhau chỉ bằng tiếp xúc, quan điểm cơ-hạt về tự nhiên hướng sự chú ý khoa học đến một chủ đề nghiên cứu hoàn toàn mới, sự thay đổi của các chuyển động hạt do va chạm. Descartes đã công bố vấn đề và đã cung cấp cái được cho là lời giải đầu tiên. Huyghens, Wren, và Wallis đã đưa nó đi còn xa hơn, một phần bằng thí nghiệm với các quả lắc va chạm nhau, nhưng hầu hết bằng áp dụng các đặc trưng được nhiều người biết đến của chuyển động vào vấn đề mới. Và Newton đã gắn các kết quả của họ vào các định luật của ông về chuyển động. “Tác động” và “phản tác động” của định luật thứ ba là các thay đổi về lượng chuyển động do hai hạt trải nghiệm đối với một va chạm. Cùng sự thay đổi chuyển động cung cấp định nghĩa về lực động học ẩn tàng trong định luật thứ hai. Ở trường hợp này, như ở nhiều trường hợp khác trong thế kỉ mười bảy, khung mẫu hạt sinh ra cả một vấn đề mới lẫn một phần lớn lời giải của vấn đề đó.[94]

Thế mà, tuy phần lớn công trình của Newton hướng tới các vấn đề và các chuẩn mực hiện thân được suy dẫn ra từ thế giới quan cơ-hạt, kết quả của khung mẫu nảy sinh từ công trình của ông đã là một sự thay đổi thêm và một phần mang tính phá huỷ trong các vấn đề và chuẩn mực chính thống cho khoa học. Hấp dẫn, được diễn giải như sự hút bẩm sinh giữa bất cứ cặp hạt vật chất nào, là một đặc tính bí ẩn theo cùng nghĩa như “xu hướng rơi” của triết học kinh viện. Vì thế, trong khi các chuẩn mực của thuyết hạt vẫn có hiệu lực, sự tìm kiếm một sự giải thích cơ học của sự hấp dẫn đã là một trong các vấn đề thách thức nhất cho những người đã chấp nhận *Principia* như khung mẫu. Newton đã dành nhiều chú ý cho việc đó và nhiều người kế tục ông ở thế kỉ mười tám đã làm vậy. Sự lựa chọn hiển nhiên duy nhất là loại bỏ lí thuyết Newton vì sự thất bại của nó để giải thích sự hấp dẫn, và sự lựa chọn khả dĩ ấy cũng đã được chấp nhận rộng rãi. Song cuối cùng chẳng quan điểm nào trong các quan điểm này đã chiến thắng. Chẳng có khả năng hoặc thực hành khoa học mà không có *Principia* hoặc làm cho công trình ấy phù hợp với các chuẩn mực hạt của thế kỉ mười bảy, dần dần các nhà khoa học đã chấp nhận quan điểm rằng sự hấp dẫn quả thực là bẩm sinh. Vào giữa thế kỉ mười tám diễn giải đó đã hầu như được chấp nhận phổ quát, và kết quả là một sự trở lại đích thực (không hệt như một sự thoái hoá) với một chuẩn mực kinh viện. Sự hút và đẩy bẩm sinh đã gia nhập với kính thước, hình thù, vị trí, và chuyển động như các tính chất vật lí sơ cấp bất khả qui của vật chất.[95]

Sự thay đổi do nó sinh ra về các chuẩn mực và lĩnh vực-vấn đề của khoa học vật lí lại một lần nữa tự mãn. Thí dụ vào các năm 1740, các thợ điện đã có thể nói về “đức hạnh” hấp dẫn của chất lỏng điện mà không dính dáng đến việc gây hứng đã bày ra cho bác sĩ của Molière một thế kỉ trước. Do họ đã làm thế, các hiện tượng điện ngày càng phơi bày một trật tự khác với trật tự mà chúng đã cho thấy khi xem như các hiệu ứng của một dòng cơ học bốc ra có thể tác động chỉ bằng tiếp xúc. Đặc biệt, khi tác động điện ở khoảng cách đã đủ tư cách để tự trở thành một chủ đề nghiên cứu, hiện tượng mà bây giờ chúng ta gọi là nạp điện bằng cảm ứng đã có thể được thừa nhận như một trong các hiệu ứng của nó. Trước kia, khi được

nhìn thấy chút nào, nó đã được qui cho hoạt động trực tiếp của “khí quyển” điện hay cho sự rò rỉ không thể tránh khỏi trong bất cứ phòng thí nghiệm điện nào. Cách nhìn mới về các hiệu ứng cảm ứng, đến lượt, đã là then chốt cho phân tích của Franklin về bình Leyden và như thế cho sự nổi lên của một khung mẫu mới và Newtonian cho điện học. Cả động học lẫn điện học đã chẳng là các lĩnh vực khoa học duy nhất bị ảnh hưởng bởi sự hợp pháp hoá nghiên cứu các lực bẩm sinh đối với vật chất. Khối lượng lớn tài liệu khoa học thế kỉ mười tám về ái lực hoá học và các nhóm cùng gốc thay thế đã cũng suy dẫn ra từ khía cạnh siêu cơ học của chủ nghĩa Newton. Các nhà hoá học, những người tin vào các sức hút vi sai này giữa các loài hoá chất, đã dựng lên các thí nghiệm trước kia không thể hình dung ra được và tìm kiếm các loại phản ứng mới. Không có dữ liệu và các khái niệm hoá học được phát triển trong quá trình đó, công trình muộn hơn của Lavoisier và, đặc biệt hơn, của Dalton sẽ không thể hiểu nổi.[96] Những thay đổi về các chuẩn mực chi phối các vấn đề, các khái niệm, và các giải thích chấp nhận được có thể làm biến đổi một khoa học. Ở mục tiếp theo tôi thậm chí sẽ gợi ý một một cảm giác theo đó chúng biến đổi thế giới.

Các thí dụ khác về những khác biệt không trọng yếu này giữa các khung mẫu kế tiếp nhau có thể được lấy ra từ lịch sử của bất cứ khoa học nào trong hầu như bất cứ giai đoạn phát triển nào của nó. Lúc này chúng ta hãy thoả mãn với chỉ hai minh hoạ khác và ngắn hơn nhiều. Trước cách mạng hoá học, một trong những nhiệm vụ được công nhận của hoá học là đi giải thích các đặc tính của các chất hoá học và những thay đổi mà các chất này trải qua trong các phản ứng hoá học. Với sự trợ giúp của một số ít các “nguyên lí” sơ đẳng – nhiên tố là một trong số đó – nhà hoá học đã có thể giải thích vì sao một số chất có tính axít, các chất khác có thính kim loại, có thể cháy, và v.v. Đã đạt được thành công nào đó theo hướng này. Chúng ta đã nhận thấy rồi là nhiên tố đã giải thích vì sao các kim loại lại rất giống nhau, và chúng ta có thể trình bày một lí lẽ tương tự cho các axít. Cải cách của Lavoisier, tuy vậy, cuối cùng đã dẹp “các nguyên lí” hoá học đi, và như thế chấm dứt bằng tước đi mất của hoá học khả năng giải thích thực tế và nhiều tiềm năng nào đó. Để bù lại sự mất mát này, cần đến một sự thay đổi về các chuẩn mực. Trong phần lớn thế kỉ mười chín sự thất bại để giải thích các đặc tính của các hợp chất không phải là sự buộc tội một lí thuyết hoá học. [97]

Hoặc lại nữa, Clerk Maxwell đã chia sẻ, với những người đề xướng khác thế kỉ mười chín về lí thuyết sóng của ánh sáng, niềm tin chắc rằng sóng ánh sáng phải lan truyền qua một chất ether. Nghĩ ra một môi trường cơ học để hỗ trợ các sóng như vậy đã là một vấn đề chuẩn cho nhiều trong số những người đương thời có tài năng nhất của ông. Lí thuyết của riêng ông, lí thuyết điện từ về ánh sáng, tuy vậy, không hề cho sự miêu tả nào về một môi trường có khả năng hỗ trợ sóng ánh sáng, và nó rõ ràng làm cho việc cung cấp một miêu tả như vậy khó khăn hơn như trước đó có vẻ. Khởi đầu, lí thuyết Maxwell đã bị bác bỏ khắp nơi vì các lí do đó. Song, giống lí thuyết Newton, lí thuyết Maxwell tỏ ra khó có thể thiếu được, và khi nó đạt địa vị một khung mẫu, thái độ của cộng đồng đối với nó đã thay đổi. Ở các thập niên đầu của thế kỉ hai mươi sự khăng khăng của Maxwell về sự tồn tại của một môi trường ether cơ học đã ngày càng có vẻ giống lời nói đãi bôi, mà nó rõ ràng đã không là, và các nỗ lực để nghĩ ra một môi trường ether như thế đã bị từ bỏ. Các nhà khoa học đã không còn nghĩ là phi khoa học đi nói về một “độ dịch chuyển” điện mà không nói rõ cái gì được dịch chuyển. Kết quả lại là một tập mới của các vấn đề và chuẩn mực, tập mà trong trường hợp này, đã liên quan nhiều đến sự nổi lên của thuyết tương đối.[98]

Những thay đổi đặc trưng này trong nhận thức của cộng đồng khoa học về các vấn đề và chuẩn mực hợp pháp của nó sẽ ít quan trọng hơn đối với luận đề của tiểu luận này, nếu giả như người ta có thể giả sử rằng chúng luôn xảy ra từ loại thấp hơn nào đó về phương pháp luận đến loại cao hơn nào đó. Trong trường hợp đó các tác động của chúng cũng sẽ có vẻ là luỹ tích. Không ngạc nhiên rằng một số sử gia đã lập luận rằng lịch sử khoa học ghi chép một sự tăng lên liên tục về sự trưởng thành và tinh chế của nhận thức của con người về bản chất của khoa học.[99] Thế mà trường hợp phát triển luỹ tích của các vấn đề và chuẩn mực khoa học lại thậm chí khó để chứng tỏ là đúng hơn trường hợp tích luỹ các lí thuyết. Nỗ lực để giải thích sự hấp dẫn, mặc dù bị hầu hết các nhà khoa học thế kỉ mười tám từ bỏ một cách thành công, đã không

hướng tới một vấn đề không hợp pháp một cách thực chất; những phản đối đối với các lực bẩm sinh chẳng phi khoa học một cách cố hữu cũng không siêu hình theo nghĩa xấu nào đó. Không có các chuẩn mực bên ngoài nào cho một đánh giá thuộc loại đó. Cái xảy ra không là sự sa sút cũng chẳng là sự tăng lên về các chuẩn mực, mà đơn giản là một sự thay đổi do chấp nhận một khung mẫu mới đòi hỏi. Hơn nữa, sự thay đổi đó kể từ đó đã đảo ngược và lại có thể thế. Trong thế kỉ hai mươi Einstein đã thành công giải thích sức hút hấp dẫn, và sự giải thích đó đã đưa khoa học quay lại một tập các chuẩn mực và vấn đề, những cái, trong khía cạnh cá biệt này, giống các chuẩn mực và vấn đề của các bậc tiền bối của Newton hơn là của những người kế tục ông. Hoặc lại nữa, sự phát triển của cơ học lượng tử đã đảo ngược sự cấm đoán phương pháp luận có xuất xứ trong cách mạng hoá học. Bây giờ các nhà hoá học cố gắng, và với nhiều thành công, để giải thích màu, trạng thái kết hợp, và các đặc tính khác của các chất được dùng và được tạo ra trong các phòng thí nghiệm của họ. Một sự đảo ngược tương tự thậm chí đang xảy ra trong lí thuyết điện từ. Không gian, trong vật lí học đương thời, không phải là cái nền trơ và đồng nhất được dùng trong cả lí thuyết Newton lẫn lí thuyết Maxwell; một số trong các đặc tính của nó không khác các đặc tính một thời đã được qui cho ether; một ngày nào đó chúng ta có thể biết một sự dịch chuyển điện là cái gì.

Bằng cách thay sự nhấn mạnh từ các chức năng nhận thức sang các chức năng chuẩn tắc của khung mẫu, các thí dụ trước mở rộng sự hiểu biết của chúng ta về những cách theo đó các khung mẫu mang lại hình dáng cho đời sống khoa học. Trước đây, chúng ta đã chủ yếu khảo sát vai trò của các khung mẫu như một phương tiện cho lí thuyết khoa học. Trong vai trò đó nó hoạt động bằng cách nói cho nhà khoa học biết về các thực thể mà tự nhiên bao gồm và không bao gồm và về những cách theo đó các thực thể ấy ứng xử. Thông tin đó cung cấp một bản đồ mà các chi tiết của nó được nghiên cứu khoa học trưởng thành làm sáng tỏ. Và vì tự nhiên là quá phức tạp và đa dạng để có thể được khám phá một cách hú hoạ, bản đồ đó cũng thiết yếu như quan sát và thí nghiệm đối với sự phát triển liên tục của khoa học. Thông qua các lí thuyết mà chúng biểu hiện, các khung mẫu tỏ ra là hoạt động nghiên cứu có tính xây dựng. Chúng cũng, tuy vậy, mang tính xây dựng khoa học ở các khía cạnh khác, và đó là điểm cốt yếu bây giờ. Đặc biệt, các thí dụ gần đây nhất của chúng ta chứng tỏ rằng các khung mẫu cung cấp cho các nhà khoa học không chỉ một bản đồ mà cả một số hướng dẫn thiết yếu cho lập bản đồ. Trong quá trình học một khung mẫu nhà khoa học thu được lí thuyết, các phương pháp, và các chuẩn mực cùng với nhau, thường thường trong một sự pha trộn không thể gỡ ra được. Vì thế, khi khung mẫu thay đổi, thường có những thay đổi quan trọng về các tiêu chuẩn xác định tính chính đáng của cả các vấn đề lẫn của các lời giải được kiến nghị.

Quan sát đó đưa chúng ta trở lại điểm mà từ đó mục này bắt đầu, vì nó cung cấp cho chúng ta dấu hiệu rõ ràng đầu tiên vì sao sự lựa chọn giữa các khung mẫu cạnh tranh nhau thường thường nêu ra các câu hỏi không thể giải quyết được bằng các tiêu chuẩn của khoa học thông thường. Trong chừng mực, cũng quan trọng như nó chưa đầy đủ, hai trường phái khoa học đó bất đồng về một vấn đề là gì và một lời giải là gì khi tranh cãi các giá trị tương đối của các khung mẫu tương ứng của họ. Trong các lí lẽ một phần lòng vòng thường xuyên nảy sinh, mỗi khung mẫu sẽ chứng tỏ ít nhiều thoả mãn các tiêu chuẩn mà nó áp đặt cho chính mình và không thoả mãn một vài tiêu chuẩn do đối phương của nó áp đặt. Có các lí do khác nữa cho tính không đầy đủ về tiếp xúc logic đặc trưng một cách nhất quán các tranh luận khung mẫu. Thí dụ, vì không khung mẫu nào từng giải quyết tất cả các vấn đề do nó xác định và vì không hai khung mẫu nào để tất cả các vấn đề không được giải quyết, các tranh luận khung mẫu luôn luôn dính đến câu hỏi: Các vấn đề nào là quan trọng hơn phải được giải quyết? Giống như vấn đề về các chuẩn mực cạnh tranh nhau, câu hỏi đó về giá trị có thể được trả lời chỉ dưới dạng các tiêu chuẩn hoàn toàn nằm ngoài khoa học thông thường, và chính sự cầu viện đó đến các tiêu chuẩn bên ngoài là cái hiển nhiên nhất làm cho các tranh luận khung mẫu mang tính cách mạng. Cái gì đó thậm chí còn cơ bản hơn các chuẩn mực và giá trị, tuy vậy, cũng bị đe doạ. Cho đến đây tôi đã chỉ lí lẽ rằng các khung mẫu mang tính xây dựng khoa học. Bây giờ tôi muốn bày tỏ một ý nghĩa theo đó chúng mang tính xây dựng thiên nhiên nữa.

X. Cách mạng như những Thay đổi về Thế giới quan

Khảo sát hồ sơ nghiên cứu quá khứ từ lợi thế của việc chép sử đương thời, sử gia khoa học có thể bị cám dỗ để giải thích rằng khi các khung mẫu thay đổi, bản thân thế giới thay đổi với chúng. Được một khung mẫu mới hướng dẫn, các nhà khoa học chấp nhận các công cụ mới và nhìn vào các nơi mới. Thậm chí quan trọng hơn, trong các cuộc cách mạng các nhà khoa học thấy các thứ mới và khác khi nhìn bằng các công cụ quen thuộc vào những nơi họ đã nhìn trước đây. Đúng hơn, cứ như là cộng đồng chuyên môn đột nhiên bị chở sang một hành tinh khác nơi các đối tượng quen thuộc được thấy dưới một ánh sáng khác và cũng được kết hợp với các đối tượng xa lạ nữa. Tất nhiên, chẳng gì thuộc đúng loại đó xảy ra cả: không có việc lưu đầy địa lí; ngoài phòng thí nghiệm công việc hàng ngày vẫn tiếp tục thường thường như trước. Tuy nhiên, những thay đổi khung mẫu có khiến các nhà khoa nhìn thế giới công việc nghiên cứu của họ một cách khác đi. Tới chừng mực mà sự trông cậy duy nhất của họ đến thế giới đó, là qua cái họ thấy và làm, chúng ta có thể muốn nói rằng sau một cuộc cách mạng các nhà khoa học phản ứng lại một thế giới khác.

Như các nguyên mẫu cho những biến đổi này về thế giới của các nhà khoa học mà những minh hoạ quen thuộc của một sự thay đổi đột ngột về gestalt [hình dạng] thị giác tỏ ra rất khêu gợi. Cái là những con vịt trong thế giới của các nhà khoa học trước cách mạng là các chú thỏ sau đấy. Người đầu tiên đã nhìn thấy bề ngoài của cái hộp từ bên trên, muộn hơn nhìn bên trong nó từ phía dưới. Những biến đổi như thế này, mặc dù thường từ từ hơn và hầu như luôn không thể đảo ngược được, là cái đi cùng phổ biến của đào tạo khoa học. Nhìn một bản đồ đường mức, sinh viên thấy các đường trên giấy, người chuyên vẽ bản đồ thấy một bức tranh về địa hình. Nhìn vào một bức ảnh buồng bọt [bubble-chamber], sinh viên thấy các đường lẫn lộn và bị gãy, nhà vật lí thấy một bản ghi của các sự kiện dưới hạt nhân quen thuộc. Chỉ sau nhiều biến đổi về khả năng nhìn như vậy thì sinh viên mới trở thành một dân cư trong thế giới của nhà khoa học, thấy cái các nhà khoa học thấy và phản ứng như các nhà khoa học phản ứng. Thế giới mà sinh viên khi đó bước vào, tuy vậy, không bị ấn định một lần cho mãi mãi, một mặt, bởi bản chất của môi trường, và mặt khác, bởi bản chất của khoa học. Đúng hơn, nó được xác định cùng nhau bởi môi trường và truyền thống khoa học thông thường cá biệt mà sinh viên được đào tạo để theo đuổi. Vì thế, tại các thời kì cách mạng, khi truyền thống khoa học thông thường thay đổi, nhận thức của nhà khoa học về môi trường của anh ta phải được đào tạo lại – trong một số tình huống quen thuộc anh ta phải học để thấy một gestalt mới. Sau khi anh ta đã làm thế, thế giới nghiên cứu của anh ta, đây đó, sẽ có vẻ không thể so sánh được với thế giới mà anh ta đã sống trước đấy. Đó là lí do nữa vì sao các trường phái do các khung mẫu khác nhau hướng dẫn lại luôn hơi hiểu lầm nhau.

Tất nhiên, ở dạng thông thường nhất của chúng, các thí nghiệm gestalt chỉ minh hoạ bản chất của các biến đổi nhận thức. Chúng không nói gì cho chúng ta về vai trò của các khung mẫu hay của kinh nghiệm đã được đồng hoá trước đây trong quá trình nhận thức. Nhưng về điểm đó có nhiều tài liệu tâm lí học phong phú, phần lớn xuất phát từ công trình tiên phong của Viện Hanover. Một đối tượng thí nghiệm được đeo kính khớp với các thấu kính lộn ngược, thấy thế giới lộn đầu đuôi. Lúc bắt đầu, bộ máy nhận thức của anh ta hoạt động cứ như đã được huấn luyện hoạt động khi vắng mặt kính đeo, và kết quả là cực kì mất phương hướng, một khủng hoảng cá nhân gay gắt. Song sau khi đối tượng đã bắt đầu học để đối phó với thế giới mới, toàn bộ trường nhìn của anh ta lật nhanh, thường sau một giai đoạn giữa chừng khi sự nhìn đơn giản bị lẫn lộn. Sau đó, các đồ vật lại được thấy như chúng đã là trước khi đeo kính. Sự đồng hoá một trường thị giác dị thường trước đây đã tác động lại và làm thay đổi bản thân trường thị giác.[100] Theo nghĩa đen cũng như ẩn dụ, người quen với các thấu kính đảo ngược đã trải qua một biến đổi cách mạng về nhìn.

Các đối tượng của thí nghiệm quân bài dị thường được thảo luận ở Mục VI đã trải qua một sự biến đổi khá giống. Cho đến khi sự bày ra kéo dài dạy là vũ trụ chứa các quân bài dị thường, họ đã chỉ thấy loại quân bài mà kinh nghiệm trước đấy đã trang bị cho họ. Song, một khi kinh nghiệm đã cung cấp các phạm trù thêm cần thiết, họ đã có khả năng nhìn thấy tất cả các quân bài dị thường ở lần duyệt đầu tiên đủ dài để cho phép bất cứ sự nhận biết nào. Tuy nhiên các thí nghiệm khác cho thấy là kích thước, màu, v.v. được

cảm nhận của các đồ vật được trưng bày thí nghiệm cũng thay đổi với sự huấn luyện và kinh nghiệm trước đó của đối tượng.[101] Tổng quan tài liệu thí nghiệm phong phú, từ đó các thí dụ này được lựa ra, làm cho người ta ngờ rằng cái gì đó giống một khung mẫu là điều kiện tiên quyết cho bản thân sự nhận thức. Cái mà một người nhìn thấy phụ thuộc cả vào cái anh ta nhìn và cả vào cái kinh nghiệm nhận thức-thị giác trước đấy đã dạy anh ta nhìn. Khi thiếu sự huấn luyện như vậy chỉ có thể là “một sự lẫn lộn cực kì ù tai”, dùng lối nói của William James.

Trong các năm gần đây những người quan tâm đến lịch sử khoa học đã thấy các loại thí nghiệm được mô tả ở trên vô cùng gợi mở. Đặc biệt, N. R. Hanson đã dùng các minh chứng gestelt để trau chuốt một vài trong cùng các hậu quả của lòng tin khoa học liên quan tới tôi ở đây.[102] Các đồng nghiệp khác đã lưu ý đi lưu ý lại rằng lịch sử khoa học có thể có ý nghĩa tốt hơn và mạch lạc hơn nếu người ta có thể giả sử rằng các nhà khoa học đôi khi trải nghiệm những sự thay đổi về nhận thức giống những cái được mô tả ở trên. Song, mặc dù các thí nghiệm tâm lí học là gợi mở, theo bản chất của trường hợp, chúng không thể là hơn thế. Chúng có bày tỏ các đặc trưng của nhận thức *có thể* là cốt lõi đối với sự phát triển khoa học, nhưng chúng không chứng minh rằng quan sát cẩn trọng và được kiểm soát mà nhà nghiên cứu khoa học thực hiện đều cùng có các đặc trưng đó. Vả lại, chính bản chất của các thí nghiệm này làm cho bất cứ sự chứng minh trực tiếp của điểm đó là không thể làm được. Nếu thí dụ lịch sử là làm cho các thí nghiệm tâm lí học này có vẻ thích đáng, chúng ta đầu tiên phải để ý đến các loại bằng chứng mà chúng ta có thể và có thể không mong đợi lịch sử cung cấp.

Đối tượng của một thuyết minh gestalt biết rằng nhận thức của anh ta đã thay đổi bởi vì anh ta có thể thay đổi tới lui lặp đi lặp lại khi anh ta cầm cùng quyển sách hay một miếng giấy trong tay mình. Biết rằng chẳng có gì trong môi trường của mình đã thay đổi cả, anh ta hướng sự chú ý của mình ngày càng không vào hình vẽ (con vịt hay con thỏ) mà vào các đường nét trên tờ giấy mà anh ta nhìn vào. Cuối cùng anh ta thậm chí học để thấy các đường nét đó mà không nhìn cả hai hình vẽ, và rồi anh ta có thể nói (cái anh ta không thể nói một cách hợp pháp trước đó) rằng các đường nét này mà anh ta thực sự thấy nhưng anh ta thấy chúng lần lượt *như* một con vịt và *như* một con thỏ. Theo cùng cách, đối tượng của thí nghiệm quân bài dị thường biết (hay, chính xác hơn có thể bị thuyết phục) rằng nhận thức của anh ta đã thay đổi bởi vì một uy quyền bên ngoài, người thí nghiệm, đảm bảo với anh ta rằng bất chấp cái anh ta thấy, suốt thời gian anh ta *đã nhìn* một quân năm cơ đen. Trong cả hai trường hợp, như trong tất cả các thí nghiệm tâm lí học tương tự, hiệu quả của sự thuyết minh phụ thuộc vào sự có thể phân tích được của nó theo cách này. Trừ phi có một chuẩn mực bên ngoài mà so với nó sự thay đổi sức nhìn có thể được biểu lộ, không có kết luận nào về các khả năng nhận thức luân phiên có thể được rút ra.

Với quan sát khoa học, tuy vậy, tình hình đúng là đảo ngược. Nhà khoa học không thể trông cậy trên hay quá cái anh ta thấy bằng mắt và các công cụ của mình. Giả như nếu có một uy quyền cao hơn nào đó mà nhờ cậy vào đó sức nhìn của anh ta có thể chứng tỏ là đã thay đổi, thì uy quyền đó bản thân nó sẽ trở thành nguồn dữ liệu của anh ta, và ứng xử của sự nhìn của anh ta sẽ trở thành một nguồn của các vấn đề (như sự nhìn của đối tượng thí nghiệm là do nhà tâm lí học). Cùng loại vấn đề sẽ nảy sinh nếu giả như nhà khoa học có thể chuyển tới chuyển lui như đối tượng của các thí nghiệm gestalt. Thời kì trong đó ánh sáng “đôi khi là sóng và đôi khi là hạt” đã là một thời kì khủng hoảng- một giai đoạn khi cái gì đó không đúng – và nó kết thúc chỉ với sự phát triển của cơ học sóng và sự thừa nhận rằng ánh sáng là một thực thể tự-nhất quán khác với cả sóng lẫn hạt. Trong khoa học, vì thế, nếu những thay đổi nhận thức đột ngột đi kèm với những thay đổi khung mẫu, chúng ta có thể không mong đợi các nhà khoa học làm chứng trực tiếp cho các thay đổi này. Nhìn lên mặt trăng, người đã đổi chứng kiến theo thuyết Copernicus không nói, “tôi đã quen nhìn thấy một hành tinh, nhưng bây giờ tôi thấy một vệ tinh”. Cách phát biểu đó có thể bao hàm một ý theo đó hệ thống Ptolemaic một lần đã là đúng. Thay vào đó, người đã thay đổi chứng kiến theo thiên văn học mới sẽ nói, “một thời tôi đã coi (hay đã thấy) mặt trăng như một hành tinh, nhưng tôi đã lầm”. Loại tuyên bố đó tái diễn vì hậu quả của các cuộc cách mạng khoa học. Nếu nó thường che đậy một sự thay đổi đột ngột về tầm

nhìn khoa học hay sự biến đổi tinh thần nào đó với cùng kết quả, chúng ta có thể không mong đợi lời chứng trực tiếp về sự thay đổi đó. Đúng hơn chúng ta phải tìm bằng chứng hành vi và gián tiếp rằng với một khung mẫu mới nhà khoa học nhìn khác so với cách anh ta đã nhìn trước đây.

Hãy quay lại với dữ liệu và hỏi loại thay đổi nào trong thế giới của nhà khoa học mà sử gia tin vào những thay đổi như vậy có thể phát hiện ra. Phát minh của Sir William Herchel về sao Thiên Vương cho một thí dụ đầu tiên và gần giống với thí nghiệm quân bài dị thường. Ít nhất trong mười bảy dịp giữa 1690 và 1781, nhiều nhà thiên văn học, kể cả nhiều nhà quan sát tài giỏi nhất châu Âu, đã thấy một ngôi sao ở các vị trí mà ngày nay chúng ta giả sử là đã phải do sao Thiên Vương chiếm lúc đó. Một trong những nhà quan sát giỏi nhất trong nhóm này đã thực sự nhìn thấy ngôi sao suốt bốn đêm liên tiếp trong năm 1769 mà không nhận thấy sự chuyển động có thể đã gợi ý một sự nhận diện khác. Herschel, khi đầu tiên quan sát cùng đối tượng mười hai năm sau, đã làm vậy với một kính thiên văn do ông tự chế được cải tiến nhiều. Kết quả là, ông đã có khả năng nhận thấy một vật sáng cỡ chiếc đĩa chí ít khác thường đối với các ngôi sao. Cái gì đó bị lệch, và vì thế ông đã hoãn nhận diện chờ nghiên cứu kĩ thêm. Sự khảo sát kĩ đó đã tiết lộ chuyển động của sao Thiên Vương giữa các vì sao, và Herschel vì thế công bố rằng ông đã thấy một sao chổi mới! Chỉ vài tháng muộn hơn, sau các nỗ lực thất bại để khớp chuyển động quan sát được vào một quỹ đạo sao chổi, Lexell mới gợi ý rằng quĩ đạo có lẽ là quĩ đạo hành tinh.[103] Khi gợi ý đó được chấp nhận, trong thế giới của nhà thiên văn học chuyên nghiệp đã bớt đi vài ngôi sao và có hơn một hành tinh. Một thiên thể lúc này lúc nọ được quan sát gần một thế kỉ đã được nhìn thấy khác đi sau 1781 bởi vì, giống một quân bài dị thường, nó không còn thể hợp với các phạm trù nhận thức (sao hay sao chổi) được khung mẫu thịnh hành trước đó cung cấp.

Sự thay đổi sức nhìn cho phép các nhà thiên văn học nhìn thấy hành tinh Thiên Vương, tuy vậy, không có vẻ chỉ ảnh hưởng đến nhận thức về đối tượng được quan sát trước ấy. Các hệ quả của nó sâu rộng hơn nhiều. Có lẽ, tuy bằng chứng là lập lờ, sự thay đổi khung mẫu nhỏ do Herschel áp đặt đã giúp chuẩn bị các nhà thiên văn học cho sự phát minh nhanh chóng, sau 1801, ra nhiều tiểu hành tinh hay các asteroid. Vì kích cỡ nhỏ của chúng, các tiểu hành tinh này đã không biểu lộ sự phóng đại dị thường đã cảnh báo Herschel. Tuy nhiên, các nhà thiên văn học sẵn sàng để tìm thêm các hành tinh, với các công cụ chất lượng trung bình, đã có khả năng nhận diện hai mươi trong số chúng ở nửa đầu của thế kỉ mười chín.[104] Lịch sử thiên văn học cung cấp nhiều thí dụ khác về những thay đổi do khung mẫu gây ra trong nhận thức khoa học, vài trong số đó thậm chí còn lập lờ hơn. Có thể hình dung, thí dụ, là tình cờ rằng các nhà thiên văn học Phương Tây đầu tiên đã thấy sự thay đổi trên trời không biến đổi trước đây trong nửa thế kỉ sau khi khung mẫu mới của Copernicus được đề xuất lần đầu tiên? Người Trung Quốc, mà lòng tin vũ trụ của họ không loại trừ sự thay đổi trên trời, đã ghi chép sự xuất hiện của nhiều sao mới trên trời sớm hơn rất nhiều. Ngay cả không có sự trợ giúp của kính thiên văn, người Trung Quốc cũng đã ghi chép một cách có hệ thống sự xuất hiện của các vết mặt trời hàng thế kỉ trước khi các vết này được Galieo và những người đương thời của ông nhìn thấy.[105] Các vết mặt trời và một sao mới cũng chẳng là các thí dụ duy nhất về sự thay đổi đã xuất hiện trên trời thiên văn học Phương Tây ngay sau Copernicus. Dùng các công cụ truyền thống, một số đơn giản như một sợi chỉ, các nhà thiên văn học cuối thế kỉ mười sáu đã nhiều lần phát hiện ra rằng các sao chổi tự ý lang thang qua không gian mà trước kia dành cho các hành tinh và các sao không biến đổi. [106] Sự rất dễ dàng và nhanh chóng mà các nhà thiên văn học đã nhìn thấy các thứ mới khi nhìn vào các đối tượng cũ với các công cụ cũ có thể khiến chúng ta ước muốn nói rằng, sau Copernicus, các nhà thiên văn học đã sống trong một thế giới khác. Trong mọi trường hợp, nghiên cứu của họ đáp lại cứ như là đúng vậy.

Các thí dụ trước được chọn từ thiên văn học vì các báo cáo về quan sát bầu trời thường được trình bày bằng một từ vựng gồm các thuật ngữ quan sát tương đối tinh khiết. Chỉ trong các báo cáo như vậy ta có thể hi vọng tìm thấy cái gì đó như sự tương đương hoàn toàn giữa quan sát của các nhà khoa học và quan sát của các đối tượng thí nghiệm của nhà tâm lí học. Song ta không cần khăng khăng về một sự tương đương

hoàn toàn như vậy, và chúng ta có thể nhận được nhiều bằng nới lỏng chuẩn mực của mình. Nếu chúng ta có thể thoả mãn với cách sử dụng hàng ngày của động từ 'nhìn thấy', ta có thể mau chóng nhận ra là chúng ta đã gặp nhiều thí dụ khác rồi về sự thay đổi nhận thức khoa học đi kèm sự thay đổi khung mẫu. Cách dùng mở rộng của từ 'nhận thức' và 'nhìn thấy' sẽ sớm đòi hỏi sự bảo vệ tường minh, nhưng đầu tiên hãy để tôi minh hoạ sự áp dụng nó trong thực tiễn.

Hãy nhìn lại một lát hai thí dụ trước đây của chúng ta từ lịch sử điện học. Trong thế kỉ mười bảy, khi nghiên cứu của họ được hướng dẫn bởi một lí thuyết dòng từ (effluvium) này hay khác, các thợ điện đã nhiều lần thấy các mẩu rơm nảy lại từ, hay rơi khỏi, các vật thể nhiễm điện đã hút chúng. Chí ít đó là cái các nhà quan sát thế kỉ mười bảy nói họ đã thấy, và không có lí do để nghi ngờ các báo cáo của họ về nhận thức hơn các báo cáo của riêng chúng ta. Đứng trước cùng máy đó, một nhà quan sát hiện đại sẽ thấy sự đẩy tĩnh điện (hơn là sự nảy cơ học hay hấp dẫn), nhưng về mặt lịch sử, với một ngoại lệ bị bỏ qua mọi nơi, sự đẩy tĩnh điện đã chưa được nhìn thấy là như vậy cho đến khi máy móc cỡ lớn của Hauksbee đã phóng to rất nhiều hiệu ứng của nó. Sự đẩy sau tiếp xúc nhiễm điện, tuy vậy, đã chỉ là một trong nhiều hiệu ứng đẩy mà Hauksbee nhìn thấy. Thông qua những nghiên cứu của ông, đúng hơn như trong một thay đổi gestalt đột ngột, sự đẩy đột nhiên trở thành *sự biểu hiện* cơ bản của sự nhiễm điện, và rồi sự hút là cái cần được giải thích.[107] Các hiện tượng điện trong đầu thế kỉ mười tám đã cả tinh tế hơn lẫn đa dạng hơn các thứ được các nhà quan sát thấy ở thế kỉ mười bảy. Hoặc lại nữa, sau sự đồng hoá khung mẫu của Franklin, thợ điện nhìn vào bình Leyden đã thấy cái gì đó khác với cái anh ta đã thấy trước đó. Dụng cụ đã trở thành một tụ điện, mà không cần đến cả hình thù của bình lẫn thuỷ tinh. Thay vào đó, hai lớp phủ dẫn điện – một trong hai lớp đã không là phần của dụng cụ ban đầu – tỏ ra là quan trọng. Khi cả các thảo luận thành văn lẫn những trình bày bằng hình vẽ dần dần chứng thực, hai tấm kim loại với một chất không dẫn điện ở giữa đã trở thành nguyên mẫu cho lớp học.[108] Đồng thời, các hiệu ứng cảm ứng khác có được mô tả mới, và còn các hiệu ứng khác được nhận thấy lần đầu.

Các thay đổi loại này không giới hạn ở thiên văn học và điện học. Ta đã nhận xét rồi về một số biến đổi tương tự về sức nhìn có thể rút ra từ lịch sử hoá học. Lavoisier thấy oxy nơi Priesley thấy không khí bị phi nhiên tố và những người khác chẳng thấy gì cả. Khi học để thấy oxy, tuy vậy, Lavoisier cũng đã thay đổi quan điểm của ông về nhiều chất quen thuộc khác. Thí dụ, ông đã thấy một hợp chất là quặng nơi Priesley và các đồng nghiệp thấy đất sơ đẳng, và ngoài ra đã có các thay đổi khác như vậy. Tối thiểu, như kết quả của sự phát minh ra oxy, Lavoisier đã nhìn tự nhiên khác đi. Và do thiếu sự cầu viện nào đó đến tự nhiên mang tính giả thuyết đó mà ông "đã nhìn thấy một cách khác đi", nguyên lí tiết kiệm sẽ thôi thúc chúng ta nói rằng sau phát minh ra oxy Lavoisier đã làm việc trong một thế giới khác.

Tôi sẽ thẩm tra ngay về khả năng tránh cách nói lạ này, nhưng đầu tiên chúng ta cần đến một thí dụ thêm về việc sử dụng nó, bắt nguồn từ một trong các phần được biết kĩ nhất của công trình của Galieo. Từ thời cổ xa xưa hầu hết người dân đã nhìn thấy một vật nặng này hay khác đu đi lắc lại trên một sợi dây hay xích cho đến khi cuối cùng nó đứng yên. Đối với những người theo Aristotle, tin rằng một vật nặng chuyển dịch bởi bản tính riêng của nó từ một vị trí cao hơn đến một trạng thái nghỉ tự nhiên ở vị trí thấp hơn, vật đu đưa đơn giản rơi với sự khó khăn. Bị dây ràng buộc, nó có thể đạt trạng thái nghỉ ở điểm thấp của nó chỉ sau một chuyển động quanh co và thời gian đáng kể. Mặt khác, Galileo nhìn vào vật đu đưa, lại nhìn thấy một con lắc, một vật thể gần như thành công lặp lại cùng chuyển động lặp đi lặp lại đến vô tận. Và sau khi nhìn thấy chừng ấy, Galieo đã quan sát các tính chất khác của con lắc cũng như xây dựng nhiều trong số các phần quan trọng và độc đáo nhất của động học mới của ông xung quanh chúng. Từ các tính chất của con lắc, chẳng hạn, Galileo đã dẫn ra các lí lẽ đầy đủ nhất và vững chắc cho sự không phụ thuộc của trọng lượng và tốc độ rơi, cũng như cho quan hệ giữa chiều cao thẳng đứng và tốc độ cuối của các chuyển động xuống dưới các mặt nghiêng.[109] Tất cả các hiện tượng tự nhiên này ông đã thấy một cách khác với cách chúng đã được nhìn thấy trước đó.

Vì sao sự thay đổi đó về sức nhìn xảy ra? Tất nhiên, qua thiên tài riêng của Galileo. Nhưng lưu ý rằng ở

đây thiên tài không tự biểu lộ ở quan sát chính xác hơn hay khách quan hơn về vật đu đưa. Về mặt diễn tả, tri giác Aristotlian chính xác đúng như vậy. Khi Galileo tường thuật rằng chu kì của con lắc không phụ thuộc vào biên độ cho các biên độ lớn như 90°, cái nhìn của ông về con lắc đã dẫn ông nhìn thấy nhiều sự đều đặn hơn ngày nay chúng ta có thể khám phá ra ở đó.[110] Đúng hơn, cái có vẻ dính líu đến đã là thiên tài khai thác các khả năng nhận thức do sự thay đổi khung mẫu trung cổ làm cho sẵn có. Galileo đã không lớn lên hoàn toàn như một Aristotlian. Ngược lại, ông được huấn luyện để phân tích các chuyển động dưới dạng lí thuyết đẩy [impetus], một khung mẫu trung cổ muộn cho rằng chuyển động liên tiếp của một vật nặng là do một năng lực nội tại được cấy trong nó bởi đấng đề xướng [projector] người khởi động chuyển động của nó. Jean Burdian và Nicole Oresme, các nhà kinh viện thế kỉ mười bốn, những người đã đưa lí thuyết đẩy đến những trình bày gần như hoàn hảo của nó, là những người đầu tiên đã thấy trong các chuyển động dao động bất cứ phần nào của cái Galileo đã thấy ở đó. Burdian mô tả chuyển động của sợi dây rung như một chuyển động trong đó sự đẩy đầu tiên được cấy vào khi sợi dây bị đánh; tiếp theo sự đẩy bị hao mòn vì di chuyển sợi dây chống lại sự kháng cự của sự căng của nó; rồi sự căng đưa sợi dây trở lại, cấy sự đẩy ngày càng tăng cho đến khi đạt điểm giữa của chuyển động; sau đó sự đẩy di chuyển sợi dây theo chiều ngược lại, lần nữa chống lại sự căng của dây, và cứ thế trong một quá trình đối xứng có thể tiếp tục vô hạn định. Muộn hơn trong thế kỉ Oresme đã phác hoạ một phân tích tương tự về hòn đá đu đưa trong cái ngày nay hiện ra như thảo luận đầu tiên về con lắc.[111] Cách nhìn của ông rõ ràng rất gần với cách nhìn mà Galieo tiếp cận đầu tiên đến con lắc. Chí ít trong trường hợp của Oresme, và hầu như chắc chắn trong trường hợp của Galieo nữa, nó là một cách nhìn được quá độ từ khung mẫu Aristotlian ban đầu sang khung mẫu đẩy kinh viện về chuyển động làm cho có thể. Cho đến khi khung mẫu kinh viện đó được sáng chế ra, đã không có con lắc nào, mà chỉ có các hòn đá đu đưa, để cho nhà khoa học nhìn. Các con lắc được đưa vào tồn tại bởi cái gì đó rất giống một sự thay đổi gestalt đột ngột do khung mẫu gây ra.

Tuy nhiên, chúng ta có thật cần mô tả cái tách biệt Galieo khỏi Aristotle, hay Lavoisier khỏi Priesley, như một biến đổi về tầm nhìn không? Có phải những người này đã thật sự *nhìn thấy* các thứ khác nhau khi họ *nhìn vào* cùng các loại đối tượng? Có bất cứ ý nghĩa chính đáng nào theo đó chúng ta có thể nói rằng họ đã theo đuổi nghiên cứu của mình trong các thế giới khác nhau? Các câu hỏi đó không còn có thể trì hoãn được nữa, vì hiển nhiên có cách khác và thường dùng hơn nhiều để mô tả tất cả các thí dụ lịch sử được phác hoạ ở trên. Nhiều bạn đọc chắc chắn sẽ muốn nói rằng cái thay đổi với một khung mẫu chỉ là sự diễn giải của nhà khoa học về các quan sát mà bản thân chúng được bản chất của môi trường và của bộ máy tri giác qui định một lần cho mãi mãi. Theo quan điểm này, cả Priesley và Lavoisier đã nhìn thấy oxy, nhưng họ đã diễn giải các quan sát của mình một cách khác nhau; cả Aristotle và Galieo đã thấy các con lắc, song họ khác nhau ở các diễn giải của mình về cái cả hai đã đều nhìn thấy.

Hãy để tôi nói ngay rằng quan điểm rất thông dụng này về cái xảy ra khi các nhà khoa học thay đổi ý kiến của mình về các vấn đề cơ bản không thể là hoàn toàn sai cũng chẳng là một sai lầm đơn thuần. Đúng hơn nó là một phần cốt yếu của một khung mẫu triết học do Descartes khởi xướng và phát triển cùng một lúc như động học Newtonian. Khung mẫu đó đã phục vụ tốt cho cả khoa học và triết học. Sự khai thác nó, giống như khai thác bản thân động học, đã có kết quả cho sự hiểu biết cơ bản mà có lẽ không thể đạt được bằng cách khác. Nhưng như tấm gương của động học Newtonian cũng cho biết, ngay cả thành công quá khứ nổi bật nhất không cung cấp đảm bảo nào rằng khủng hoảng có thể trì hoãn vô hạn định. Nghiên cứu hiện nay về từng phần của triết học, tâm lí học, ngôn ngữ học, và thậm chí của lịch sử nghệ thuật, tất cả cùng gợi ý rằng khung mẫu truyền thống là hơi lệch. Sự thất bại để làm khớp cũng ngày càng được làm cho rõ ràng bởi nghiên cứu lịch sử về khoa học mà phần lớn sự chú ý của chúng ta nhất thiết hướng tới ở đây.

Chẳng cái nào trong các chủ đề thúc đẩy khủng hoảng này đã tạo ra được lựa chọn khả dĩ có thể đứng vững cho khung mẫu nhận thức luận truyền thống, song chúng bắt đầu gợi ý một số đặc trưng của khung mẫu đó sẽ là gì. Thí dụ, tôi nhận thức sâu sắc về những khó khăn nảy sinh do nói rằng khi Aristotle và Galileo nhìn vào các hòn đá đu đưa, người đầu nhìn thấy sự rơi bị ràng buộc, và người sau thấy một con lắc. Cùng

các khó khăn đó được trình bày thậm chí ở dạng cơ bản hơn bởi các câu mở đầu của mục này: tuy thế giới không thay đổi với một sự thay đổi khung mẫu, nhà khoa học sau đấy hoạt động trong một thế giới khác. Tuy nhiên, tôi tin chắc rằng chúng ta phải học để hiểu được các tuyên bố chí ít giống với những cái này. Cái xảy ra trong một cuộc cách mạng khoa học không thể qui hoàn toàn về một sự diễn giải lại dữ liệu riêng lẻ và ổn định. Thứ nhất, dữ liệu là không ổn định một cách dứt khoát. Một con lắc không phải là một hòn đá rơi, oxy cũng chẳng phải là không khí bị phi nhiên tố. Vì thế, dữ liệu mà các nhà khoa học thu thập từ các đối tượng đa dạng này, như chúng ta sẽ thấy ngay, bản thân chúng là khác nhau. Quan trọng hơn, quá trình mà theo đó hoặc cá nhân hay cộng đồng tiến hành quá độ từ sự rơi bị ràng buộc sang con lắc hay từ không khí bị phi nhiên tố sang oxy không phải là quá trình giống với diễn giải lại. Làm sao nó có thể làm vậy khi thiếu dữ liệu cố định cho nhà khoa học để diễn giải? Thay cho là người diễn giải, nhà khoa học đi theo một khung mẫu mới giống một người đeo các thấu kính ngược. Đối mặt với cùng hình trạng của các đối tượng như trước và biết rằng mình làm vậy, tuy thế anh ta thấy chúng biến đổi hoàn toàn về nhiều chi tiết của chúng.

Chẳng nhận xét nào trong các nhận xét này có ý biểu thị là các nhà khoa học không diễn giải quan sát và dữ liệu một cách đặc trưng. Ngược lại, Galieo đã diễn giải các quan sát về con lắc, Aristotle các quan sát về các hòn đá rơi, Musschenbroek các quan sát về bình được tích điện, và Franklin các quan sát về tụ điện. Nhưng mỗi trong các diễn giải này giả định trước một khung mẫu. Chúng là các phần của khoa học thông thường, một công việc táo bạo, như chúng ta đã thấy rồi, nhằm để trau chuốt, mở rộng, và trình bày rõ một khung mẫu đã tồn tại rồi. Mục III cung cấp nhiều thí dụ trong đó diễn giải đóng một vai trò trung tâm. Các thí dụ đó là tiêu biểu cho tuyệt đại đa số nghiên cứu. Trong mỗi trong số chúng, do ưu điểm của một khung mẫu được chấp nhận, nhà khoa học biết một dữ kiện là gì, các dụng cụ nào có thể được dùng để khôi phục lại nó, và các khái niệm nào là thích đáng cho sự diễn giải nó. Cho trước một khung mẫu, diễn giải dữ liệu là cốt yếu cho công việc nghiên cứu thăm dò nó.

Nhưng công việc diễn giải đó – và đây là gánh nặng của đoạn văn trước đoạn vừa qua – chỉ có thể làm rõ một khung mẫu, không sửa được nó. Các khung mẫu không thể sửa bằng khoa học thông thường chút nào. Thay vào đó, như chúng ta đã thấy rồi, khoa học thông thường cuối cùng dẫn chỉ đến sự thừa nhận các dị thường và đến các cuộc khủng hoảng. Và những cái này chấm dứt, không bởi sự cân nhắc kĩ càng và diễn giải, mà bởi một sự kiện tương đối đột ngột và không có cấu trúc giống như sự chuyển mạch gestalt. Khi đó các nhà khoa học thường nói về sự "ngộ ra" hay về sự "loé sáng" bỗng "tràn ngập" một câu đố khó hiểu trước đây, làm cho có thể nhìn thấy các thành phần của nó theo một cách khác lần đầu tiên cho phép lời giải của nó.

Trong các dịp khác sự làm sáng tỏ đến trong giấc ngủ.[112] Không ý nghĩa thông thường nào của từ 'diễn giải' khớp với những loé sáng trực giác này qua đó một khung mẫu mới sinh ra. Tuy các trực giác như vậy phụ thuộc vào kinh nghiệm, cả dị thường lẫn phù hợp, nhận được với khung mẫu cũ, chúng không liên kết một cách logic hay từng phần đến mục cá biệt nào của kinh nghiệm đó như một diễn giải có thể là. Thay vào đó, chúng thu thập phần lớn kinh nghiệm đó lại và biến đổi chúng thành một mớ kinh nghiệm khá khác sau đó sẽ được liên kết từng phần với khung mẫu mới chứ không với khung mẫu cũ.

Để biết nhiều hơn về các khác biệt này về kinh nghiệm có thể là gì, hãy quay lại với Aristotle, Galieo, và con lắc. Sự tương tác của các khung mẫu khác nhau và môi trường chung của chúng đã làm cho có thể tiếp cận đến các dữ liệu gì cho mỗi trong số họ? Nhìn thấy sự rơi bị ràng buộc, nhà Aristotlian sẽ đo (hay chí ít sẽ thảo luận – nhà Aristotlian hiếm khi đo) trọng lượng của hòn đá, chiều cao thẳng đứng mà nó được nâng lên, và thời gian cần để nó đạt sự đứng yên. Cùng với trở kháng của môi trường, đấy là các phạm trù khái niệm do khoa học Aristotlian triển khai khi đề cập đến một vật rơi.[113] Nghiên cứu thông thường do chúng hướng dẫn đã không thể tạo ra các định luật mà Galileo đã khám phá ra. Nó chỉ có thể – và bằng con đường khác nó đã – dẫn đến hàng loạt khủng hoảng từ đó quan điểm của Galieo về hòn đá đu đưa nổi lên. Như kết quả của các khủng hoảng đó và ngoài ra của những thay đổi trí tuệ khác, Galileo đã

nhìn thấy hòn đá đu đưa hoàn toàn khác. Công trình của Archimedes về các vật thể nổi đã làm cho môi trường không thiết yếu nữa; lí thuyết đẩy làm cho chuyển động đối xứng và kéo dài; và chủ nghĩa tân Plato đã hướng sự chú ý của Galileo vào hình dạng tròn.[114] Vì thế ông đã chỉ đo trọng lượng, bán kính, độ dịch chuyển góc, và thời gian cho mỗi lần lắc, những thứ chính xác là các dữ liệu có thể được diễn giải cho các định luật Galileo cho con lắc. Trong trường hợp này, sự diễn giải tỏ ra hầu như không cần thiết. Căn cứ vào các khung mẫu của Galileo, những sự đều đặn giống con lắc hầu như có thể tiếp cận được đối với kiểm tra. Nếu khác thì làm sao ta có thể giải thích cho sự phát minh của Galileo rằng chu kì của quả lắc là hoàn toàn không phụ thuộc vào biên độ, một phát minh mà khoa học thông thường xuất xứ từ Galileo phải tiệt trừ và ngày nay ta hoàn toàn không có khả năng chứng minh bằng tư liệu. Các đều đặn đã không thể tồn tại đối với một nhà Aristotlian (và là những cái, thực ra, chẳng ở đâu được tự nhiên minh hoạ bằng thí dụ một cách chính xác) lại là các hệ quả của kinh nghiệm trực tiếp đối với người thấy hòn đá đu đưa như Galileo đã thấy.

Có lẽ thí dụ đó là quá kì lạ vì các Aristotlian không nghi chép thảo luận nào về các hòn đá đu đưa. Dựa vào khung mẫu của họ nó là một hiện tượng phức tạp cực kì. Nhưng các Aristotlian đã có thảo luận trường hợp đơn giản hơn, các hòn đá rơi mà không có các ràng buộc ít thấy, và cùng các khác biệt ấy về sự nhìn là hiển nhiên ở đó. Lặng ngắm hòn đá rơi, Aristotle nhìn thấy một trạng thái hơn là một quá trình. Đối với ông các số đo thích đáng của một chuyển động vì thế là tổng khoảng cách đi được và tổng thời gian trôi qua, các tham số đem lại cái bây giờ ta không được gọi là tốc độ mà là tốc độ trung bình.[115] Tương tự, vì hòn đá bị bản tính của nó thúc ép đạt điểm nghỉ cuối cùng của nó, Aristotle nhìn thấy tham số khoảng cách thích đáng ở bất cứ thời điểm nào trong chuyển động như khoảng cách *đến* điểm đích cuối cùng hơn là như khoảng cách *từ* điểm xuất phát của chuyển động.[116] Các tham số quan niệm đó nhấn mạnh và cho ý nghĩa đối với hầu hết "các định luật chuyển động" nổi tiếng của ông. Tuy vậy, một phần qua khung mẫu đẩy và một phần qua một học thuyết được biết đến như bề rộng của các hình thức, sự phê phán kinh viện đã làm thay đổi cách nhìn này về chuyển động. Một hòn đá chuyển dịch bởi sự đẩy nhận được ngày càng nhiều sự đẩy khi đi xa dần khỏi điểm xuất phát; khoảng cách từ hơn là khoảng cách đến vì thế là tham số thích đáng. Ngoài ra, khái niệm của Aristotle về tốc độ bị các nhà kinh viện rẽ làm hai nhánh thành các khái niệm mà ngay sau Galileo đã trở thành tốc độ trung bình và tốc độ tức thời của chúng ta. Nhưng khi được xem xét qua khung mẫu mà các khái niệm này là một phần, thì hòn đá rơi, giống con lắc, phô bày các qui luật chi phối của nó hầu như dựa vào kiểm tra. Galileo đã không phải là một trong những người đầu tiên đi gợi ý rằng các hòn đá rơi với một chuyển động được gia tốc đều.[117] Hơn nữa, ông đã phát triển định lí của mình về chủ đề này cùng với nhiều hệ quả của nó trước khi thí nghiệm với một mặt phẳng nghiêng. Định lí đó là một sự đều đặn khác của mạng lưới những sự đều đặn mới mà thiên tài có thể tiếp cận được trong thế giới được quyết định cùng nhau bởi tự nhiên và bởi các khung mẫu mà trên đó Galileo và những người đương thời của ông được dạy dỗ. Sống trong thế giới đó, Galileo vẫn có thể, khi ông chọn, giải thích vì sao Aristotle lại thấy cái ông đã thấy. Tuy nhiên, nội dung trực tiếp của kinh nghiệm của Galileo với các hòn đá rơi đã không phải là cái kinh nghiệm của Aristotle đã là.

Tất nhiên, chẳng hề rõ là chúng ta cần quan tâm như vậy đến "kinh nghiệm trực tiếp" – tức là, đến các đặc tính tri giác mà một khung mẫu nêu bật đến nỗi chúng dâng nộp ngay những sự đều đặn của chúng hầu như dựa vào kiểm tra. Các đặc tính đó phải hiển nhiên thay đổi với những cam kết của nhà khoa học đối với các khung mẫu, nhưng chúng còn xa mới là cái chúng ta thường nghĩ đến khi nói về dữ liệu thô hay kinh nghiệm thô mà từ đó nghiên cứu khoa học được cho là xuất phát. Có lẽ kinh nghiệm trực tiếp phải được để sang một bên như hay thay đổi, và thay vào đó chúng ta phải thảo luận các hoạt động và các đo lường cụ thể mà nhà khoa học thực hiện trong phòng thí nghiệm của mình. Hay có lẽ phải tiến hành phân tích thêm nữa từ những cái đã cho. Thí dụ, nó có thể được tiến hành dưới dạng ngôn ngữ quan sát trung lập nào đó, có lẽ được thiết kế để phù hợp với dấu ấn võng mạc sắp xếp cái mà nhà khoa học nhìn thấy. Chỉ theo một trong các cách này chúng ta có thể hi vọng để khôi phục một lĩnh vực trong đó kinh nghiệm lại ổn định một

lần cho mãi mãi – trong đó con lắc và sự rơi bị ràng buộc không phải là các nhận thức khác nhau mà đúng hơn là các diễn giải khác nhau về dữ liệu rõ rệt do quan sát một hòn đá đu đưa cung cấp.

Song kinh nghiệm giác quan có cố định và trung lập? Các lí thuyết có đơn giản là các diễn giải nhân tạo về dữ liệu cho trước? Quan điểm nhận thức luận đã hướng dẫn triết học Phương Tây ba thế kỉ đưa ra một câu trả lời Có tức khắc và dứt khoát. Do thiếu một lựa chọn khả dĩ được phát triển, tôi thấy không thể từ bỏ hoàn toàn quan điểm đó. Thế nhưng nó không còn hoạt động một cách hữu hiệu nữa, và với tôi các nỗ lực để khiến nó làm vậy bằng đưa ra một ngôn ngữ quan sát trung lập có vẻ là vô vọng.

Các thao tác và đo lường mà một nhà khoa học tiến hành trong phòng thí nghiệm không phải là “cái cho trước” của kinh nghiệm mà đúng hơn là “cái được thu thập với khó khăn”. Chúng không phải là cái nhà khoa học nhìn thấy – chí ít không trước khi nghiên cứu của ông ta đã tiến triển khá và sự chú ý của ông ta được tập trung. Đúng hơn, chúng là các chỉ báo cụ thể về nội dung của các nhận thức sơ đẳng hơn, và với tư cách ấy chúng được chọn cho khảo sát kĩ lưỡng của nghiên cứu thông thường chỉ vì chúng hứa hẹn cơ hội cho sự trau chuốt thành công của một khung mẫu đã được chấp nhận. Rõ hơn nhiều kinh nghiệm trực tiếp mà từ đó chúng một phần bắt nguồn, các hoạt động và đo lường là do khung mẫu quyết định. Khoa học không làm việc với mọi thao tác thí nghiệm khả dĩ. Thay vào đó, nó chọn những cái thích đáng để đặt một khung mẫu cạnh kinh nghiệm trực tiếp mà khung mẫu đó đã quyết định một phần. Kết quả là, các nhà khoa học với các khung mẫu khác nhau tiến hành các thao tác thí nghiệm cụ thể khác nhau. Các đo lường cần tiến hành trên một con lắc không phải là cái thích đáng cho trường hợp rơi bị ràng buộc. Các hoạt động thích đáng để làm sáng tỏ các tính chất của oxy cũng không đồng nhất hệt như các hoạt động cần đến khi khảo sát các đặc trưng của không khí bị phi nhiên tố.

Về phần ngôn ngữ quan sát thuần tuý, có lẽ vẫn phải thiết kế. Song ba thế kỉ sau Descartes, hi vọng của chúng ta về một kết quả có thể như vậy vẫn chỉ phụ thuộc riêng vào một lí thuyết về nhận thức và tâm trí. Và thực nghiệm tâm lí học hiện đại đang sản sinh nhanh ra các hiện tượng mà lí thuyết đó hầu như không đối phó nổi. Thí nghiệm vịt-thỏ cho thấy hai người với cùng các ấn tượng võng mạc có thể nhìn thấy các thứ khác nhau; các thấu kính ngược cho thấy hai người với các ấn tượng võng mạc khác nhau có thể nhìn thấy cùng thứ. Tâm lí học cung cấp rất nhiều bằng chứng khác cho cùng hiệu ứng, và các nghi ngờ có xuất xứ từ nó dễ dàng được củng cố bởi lịch sử về các nỗ lực để đưa ra một ngôn ngữ quan sát thật sự. Không nỗ lực hiện thời nào để đạt mục đích ấy đã tiến gần đến một ngôn ngữ có thể áp dụng nói chung về các qui tắc thuần tuý. Và các nỗ lực đến gần nhất chia sẻ một đặc trưng củng cố mạnh mẽ vài trong số các luận đề chính của tiểu luận này. Từ đầu chúng giả định trước một khung mẫu, lấy hoặc từ một lí thuyết khoa học hiện thời hay từ phần nào đó của đàm luận hàng ngày, và sau đó thử loại bỏ khỏi nó tất cả các thuật ngữ phi-logic và phi-tri giác. Ở vài lĩnh vực đàm luận, nỗ lực này đã đi rất xa và có kết quả hấp dẫn. Không thể có nghi ngờ là bõ công theo đuổi các nỗ lực loại này. Song kết quả là một ngôn ngữ – giống các ngôn ngữ được dùng ở các khoa họchàm chứa một loạt mong đợi về tự nhiên và nó không hoạt động một khi các mong đợi này bị vi phạm. Nelson Goodman đưa ra chính xác điểm này khi mô tả các mục tiêu của cuốn *Cấu trúc Diện mạo* của ông: “May là không gì hơn [các hiện tượng được biết là có] được nói đến; vì khái niệm về các trường hợp ‘khả dĩ’, các trường hợp không tồn tại song có thể đã tồn tại, là còn xa mới rõ”. [118] Không ngôn ngữ nào được giới hạn như vậy để tường trình một thế giới được biết trước hoàn toàn có thể tạo ra các báo cáo chỉ trung lập và khách quan về “những cái cho trước”. Nghiên cứu triết học vẫn thậm chí chưa cho một ám chỉ về một ngôn ngữ có khả năng làm việc đó sẽ giống thế nào.

Dưới những hoàn cảnh này chí ít chúng ta có thể nghi rằng các nhà khoa học đúng về nguyên lí cũng như về thực tiễn khi họ coi oxy và con lắc (và có lẽ cả nguyên tử và điện tử) như các thành tố căn bản của kinh nghiệm trực tiếp của họ. Như kết quả của kinh nghiệm do khung mẫu biểu hiện về chủng tộc, văn hoá, và cuối cùng, về nghề nghiệp, thế giới của các nhà khoa học được các hành tinh và con lắc, các tụ điện và quặng hợp chất, và các vật thể khác như vậy nữa, cư trú. So với các đối tượng này về tri giác, cả các kim đọc máy đo và các dấu ấn võng mạc là các cấu trúc tinh vi mà kinh nghiệm có tiếp cận trực tiếp đến chỉ

khi nhà khoa học, vì các mục đích đặc biệt của nghiên cứu của ông ta, dàn xếp để cái này hay cái kia phải làm vậy. Điều này không hàm ý rằng các con lắc, chẳng hạn, là các thứ duy nhất mà một nhà khoa học có lẽ có thể thấy khi nhìn vào một hòn đá đu đưa. (Chúng ta đã để ý rồi là các thành viên của một cộng đồng khoa học khác có thể nhìn thấy sự rơi bị ràng buộc). Nhưng nó có hàm ý rằng nhà khoa học người nhìn vào một hoàn đá đu đưa có thể không có kinh nghiệm nào về nguyên lí sơ đẳng hơn nhìn một con lắc. Lựa chọn khả dĩ không phải là "sự nhìn" cố định mang tính giả thuyết nào đó, mà là sự nhìn thông qua một khung mẫu khác, khung mẫu khiến cho hòn đá đu đưa là cái gì đó khác.

Tất cả điều này có thể có vẻ hợp lí hơn nếu ta lại nhớ lại rằng cả các nhà khoa học lẫn người thường đều không học để nhìn thế giới một cách từng phần hay từng mục một. Trừ khi tất cả các phạm trù khái niệm và thao tác được chuẩn bị trước – thí dụ, để khám phá ra một nguyên tố siêu-uranic thêm hay để tóm lấy quang cảnh của một toà nhà mới – cả các nhà khoa học và người thường lựa chọn toàn bộ lĩnh vực từ dòng kinh nghiệm. Đứa trẻ chuyển lời nói 'mẹ' từ tất cả mọi người sang tất cả phụ nữ và sau đó sang mẹ của nó không chỉ học 'mẹ' có nghĩa là gì hay ai là mẹ nó. Đồng thời nó học một số sự khác biệt giữa đàn ông và đàn bà cũng như học cái gì đó về cách theo đó chỉ một mình một phụ nữ đối xử với nó. Các phản ứng, các kì vọng, và lòng tin của nó – quả thực, phần lớn thế giới của nó – thay đổi một cách tương ứng. Cũng vậy, các nhà Copernician những người từ chối tư cách 'hành tinh' đối với mặt trời đã không chỉ học 'hành tinh' nghĩa là gì hay mặt trời là gì. Thay vào đó, họ đã thay đổi ý nghĩa của từ 'hành tinh' sao cho nó có thể tiếp tục tạo ra sự phân biệt hữu ích trong một thế giới nơi tất cả các thiên thể, không chỉ có mặt trời, được nhìn thấy một cách khác với cách chúng được nhìn thấy trước đây. Có thể nói cùng điểm ấy về bất cứ thí dụ nào trước đây của chúng ta. Để thấy oxy thay cho không khí bị phi nhiên tố, tụ điện thay cho bình Leyden, hay con lắc thay cho sự rơi ràng buộc, đã chỉ là một phần của một sự chuyển dịch được tích hợp trong sự nhìn của nhà khoa học về rất nhiều hiện tượng hoá học, điện học, hay động học liên quan. Các khung mẫu xác định các lĩnh vực lớn của kinh nghiệm cùng một lúc.

Tuy vậy, chỉ sau khi kinh nghiệm đã được xác định như vậy thì sự tìm kiếm một định nghĩa tác nghiệp hay một ngôn ngữ quan sát thuần tuý mới có thể bắt đầu. Nhà khoa học hay nhà triết học, người hỏi các đo lường hay ấn tượng võng mạc nào làm cho con lắc là cái nó là, phải có khả năng rồi để nhận ra một con lắc khi ông ta nhìn thấy một con lắc. Nếu thay vào đó ông ta đã nhìn thấy sự rơi bị ràng buộc, thì câu hỏi của ông ta thậm chí không được đặt ra. Và nếu ông ta đã nhìn thấy một con lắc, nhưng nhìn nó theo cùng cách như ông ta đã thấy một âm thoa hay một cái cân đu đưa, câu hỏi của ông có thể không được trả lời. Chí ít nó không thể được trả lời theo cùng cách, bởi vì nó sẽ không là cùng câu hỏi. Vì thế, tuy chúng luôn hợp pháp và đôi khi cực kì có kết quả, các câu hỏi về các dấu ấn võng mạc hay về các hệ quả của các thao tác thí nghiệm cá biệt giả định trước một thế giới đã được chia ra về mặt nhận thức hay khái niệm theo cách nào đó rồi. Theo một nghĩa nào đấy các câu hỏi như vậy là một phần của khoa học thông thường, vì chúng phụ thuộc vào sự tồn tại của một khung mẫu và chúng nhận được các câu trả lời khác nhau như kết quả của sự thay đổi khung mẫu.

Để kết thúc mục này, từ đây trở đi chúng ta hãy bỏ qua các ấn tượng võng mạc và lại giới hạn chú ý tới các thao tác phòng thí nghiệm cung cấp cho nhà khoa học các chỉ số cụ thể tuy chắp vá về cái ông ta đã thấy rồi. Một cách theo đó các hoạt động phòng thí nghiệm như vậy thay đổi với các khung mẫu đã được quan sát nhiều lần. Sau một cuộc cách mạng khoa học nhiều phép đo và thao tác cũ trở thành không thích đáng và được thay bằng những cái khác. Người ta không áp dụng cùng các phép thử đối với oxy như đối với không khí bị phi nhiên tố. Nhưng các thay đổi loại này không bao giờ là toàn bộ. Bất cứ thứ gì anh ta có thể thấy khi đó, nhà khoa học sau một cuộc cách mạng vẫn nhìn vào cùng thế giới. Vả lại, tuy trước kia anh ta có thể đã áp dụng chúng khác đi, phần lớn ngôn ngữ và đa số các công cụ phòng thí nghiệm của anh ta vẫn cũng như trước đó. Kết quả là, khoa học sau cách mạng lúc nào cũng bao gồm nhiều trong cùng các thao tác, được thực hiện với cùng các công cụ và được mô tả bằng cùng thuật ngữ, như khoa học trước cách mạng. Nếu các thao tác kéo lâu dài này có thay đổi chút nào, sự thay đổi phải nằm hoặc trong quan hệ

với khung mẫu hay trong các kết quả cụ thể của chúng. Bây giờ tôi gợi ý, bằng đưa ra một thí dụ cuối cùng, rằng cả hai loại thay đổi này có xảy ra. Xem xét công trình của Dalton và những người đương thời của ông, chúng ta sẽ phát hiện ra một và cùng thao tác, khi nó gắn với tự nhiên qua một khung mẫu khác, có thể trở thành một chỉ số về một khía cạnh hoàn toàn khác của sự đều đặn của tự nhiên. Ngoài ra, chúng ta sẽ thấy rằng đôi khi thao tác cũ trong vai trò mới của nó sẽ mang lại các kết quả cụ thể khác.

Suốt phần lớn thế kỉ mười tám và vào thế kỉ thứ mười chín, các nhà hoá học châu Âu hầu như tin một cách phổ quát rằng các nguyên tử cơ bản mà tất cả mọi loài hoá chất bao gồm được giữ lại với nhau bằng các ái lực tương hỗ. Như thế một cục bạc cố kết bởi vì các ái lực giữa các hạt bạc (cho đến sau Lavoisier bản thân các hạt này được cho rằng được hợp thành từ các hạt còn cơ bản hơn). Theo cùng lí thuyết bạc hoà tan trong axít (hay muối trong nước) bởi vì các hạt axít hút các hạt bạc đó (hay các hạt nước hút các hạt muối) mạnh hơn các hạt của các chất tan này hút lẫn nhau. Hay lại nữa, đồng có thể tan trong dung dịch bạc và làm kết tủa bạc, bởi vì ái lực đồng-axít lớn hơn ái lực của axít đối với bạc. Rất nhiều hiện tượng khác được giải thích theo cùng cách. Trong thế kỉ thứ mười tám lí thuyết về ái lực chọn lọc đã là một khung mẫu hoá học được ưa chuộng, được triển khai rộng rãi và đôi khi thành công trong thiết kế và phân tích thử nghiệm hoá học.[119]

Tuy vậy, lí thuyết ái lực vạch đường phân tách các hỗn hợp hoá học khỏi các hợp chất hoá học theo một cách đã trở nên xa lạ từ khi công trình của Dalton được tiêu hoá. Các nhà hoá học thế kỉ mười chín đã nhận ra hai loại quá trình. Khi pha trộn tạo ra nhiệt, ánh sáng, sự sủi bong bóng hay loại khác nào đó, sự thống nhất hoá học được cho là đã xảy ra. Mặt khác, nếu các hạt trong hỗn hợp có thể được phân biệt bằng mắt hay được tách ra về mặt cơ học, thì chỉ có hỗn hợp vật lí. Nhưng trong rất nhiều trường hợp trung gian – muối trong nước, các hợp kim, thuỷ tinh, oxy trong bầu khí quyển, và v. v. – các tiêu chuẩn thô này chẳng ích lợi mấy. Được khung mẫu của họ hướng dẫn, hầu hết các nhà hoá học đã coi toàn bộ dải trung gian này như hoá học, bởi vì các quá trình nà nó bao gồm tất cả được chi phối bởi các lực thuộc cùng loại. Muối trong nước hay oxy trong nitơ cũng đúng là một thí dụ của sự kết hợp hoá học như sự kết hợp do oxy hoá đồng tạo ra. Các lí lẽ cho việc coi các dung dịch như các hợp chất đã rất mạnh. Bản thân lí thuyết ái lực đã được chứng thực tốt. Ngoài ra, sự hình thành một hợp chất đã giải thích tính đồng đều quan sát được của dung dịch. Nếu, thí dụ, oxy và nitơ chỉ được trộn chứ không được kết hợp trong bầu khí quyển, thì các khí nặng hơn, oxy, phải lắng xuống đáy. Dalton, người coi bầu không khí là một hỗn hợp, đã chẳng bao giờ có khả năng thoả mãn để giải thích sự thất bại của oxy để làm vậy. Sự đồng hoá lí thuyết nguyên tử của ông cuối cùng đã tạo ra một dị thường ở nơi đã không có trước đây.[120]

Người ta bị cám dỗ để nói rằng các nhà hoá học người coi các dung dịch như các hợp chất đã khác những người kế nghiệp họ chỉ về vấn đề định nghĩa. Theo một nghĩa điều đó có thể đã đúng là như vậy. Nhưng ý nghĩa đó không phải là ý nghĩa làm cho các định nghĩa chỉ là những sự tiện lợi thường. Trong thế kỉ mười tám các hỗn hợp đã không được phân biệt hoàn toàn với các hợp chất bằng các thử nghiệm tác nghiệp, và có lẽ chúng đã không thể được phân biệt. Cho dù các nhà hoá học giả như đã tìm kiếm các kiểm nghiệm như vậy, họ sẽ tìm các tiêu chuẩn làm cho dung dịch là một hợp chất. Sự phân biệt hỗn hợp-hợp chất đã là một phần của khung mẫu của họ – phần của cách họ nhìn toàn bộ lĩnh vực nghiên cứu của họ – và với tư cách đó nó là trước bất cứ kiểm nghiệm phòng thí nghiệm cá biệt nào, tuy không là thế đối với kinh nghiệm được tích luỹ của hoá học như một tổng thể.

Nhưng trong khi hoá học được nhìn theo cách này, các hiện tượng hoá học minh hoạ bằng thí dụ các qui luật khác với các qui luật nổi lên từ sự đồng hoá khung mẫu mới của Dalton. Đặc biệt, trong khi các dung dịch vẫn là các hợp chất, không lượng nào về thử nghiệm hoá học bản thân nó có thể đã tạo ra qui luật về các tỉ lệ cố định. Vào cuối thế kỉ mười tám ai cũng biết rằng *một số* hợp chất thường chứa các tỉ lệ cố định theo trọng lượng của các thành phần của chúng. Đối với một số loại phản ứng nhà hoá học Đức Richter đã thậm chí lưu ý đến các sự đồng đều thêm mà bây giờ được bao hàm bởi qui luật về các đương lượng hoá học.[121] Nhưng không nhà hoá học nào đã tận dụng các sự đều đặn này trừ trong các đơn thuốc, và cho đến

gần cuối thế kỉ chẳng ai đã nghĩ đến khái quát hoá chúng. Căn cứ vào các phản thí dụ hiển nhiên, như thuỷ tinh hay muối trong nước, không khái quát hoá nào là có thể mà không có sự từ bỏ lí thuyết ái lực và có một sự tái quan niệm về các ranh giới của lĩnh vực hoá học. Hậu quả đó trở nên rõ ràng ở đúng cuối thế kỉ trong một tranh luận nổi tiếng giữa các nhà hoá học Pháp Proust và Berthollet. Người đầu cho rằng tất cả các phản ứng hoá học xảy ra theo tỉ lệ cố định, người sau cho rằng chúng không. Mỗi người đã thu thập bằng chứng thực nghiệm đầy ấn tượng cho quan điểm của mình. Tuy nhiên, hai người nhất thiết đã gièm pha lẫn nhau, và cuộc tranh luận của họ đã hoàn toàn không đi đến kết luận. Nơi Berthollet thấy một hợp chất có thể thay đổi về tỉ lệ, Proust chỉ thấy một hỗn hợp vật lí.[122] Đối với vấn đề đó không thí nghiệm nào cũng chẳng một thay đổi nào về quy ước định nghĩa có thể thích đáng. Hai người đã hiểu lầm nhau như Galileo và Aristotle.

Đấy là tình hình trong các năm khi John Dalton tiến hành các nghiên cứu cuối cùng đã dẫn đến lí thuyết nguyên tử hoá học nổi tiếng của ông. Nhưng cho đến đúng các giai đoạn cuối của những nghiên cứu đó, Dalton đã không là một nhà hoá học ông cũng chẳng quan tâm đến hoá học. Thay vào đó, ông là một nhà khí tượng học nghiên cứu, cho mình, các vấn đề vật lí về nước hấp thu các khí và về bầu không khí hấp thu nước. Một phần vì sự đào tạo của ông là về một chuyên ngành khác và một phần vì công trình riêng của ông trong chuyên nghành ấy, ông đã tiếp cận các vấn đề này với một khung mẫu khác khung mẫu của các nhà hoá học đương thời. Đặc biệt, ông đã nhìn hỗn hợp các khí hay sự hấp thu một loại khí trong nước như một quá trình vật lí, một quá trình trong đó ái lực không đóng vai trò nào. Đối với ông, vì thế, tính đồng đều quan sát được của các dung dịch đã là một vấn đề, nhưng là vấn đề ông nghĩ mình có thể giải nếu ông có thể xác định kích thước và trọng lượng tương đối của các hạt nguyên tử khác nhau trong các hỗn hợp thực nghiệm của ông. Chính việc đi xác định các kích thước và trọng lượng này là cái khiến Dalton cuối cùng quay sang hoá học, giả sử ngay từ đầu rằng, trong dải được giới hạn của các phản ứng mà ông coi là phản ứng hoá học, các nguyên tử chỉ có thể kết hợp một-đối-một hay theo tỉ lệ số nguyên đơn giản nào đó.[123] Giả thiết tự nhiên đó đã cho phép ông xác định kích thước và trọng lượng của các hạt cơ bản, nhưng nó cũng làm cho qui luật về tỉ lệ không đổi là một tautology [phép lặp thừa]. Đối với Dalton, bất cứ phản ứng nào trong đó các thành phần không tham gia theo tỉ lệ cố định thì *ipso facto* [*tự bản thân nó*] không phải là một quá trình hoá học thuần tuý. Một qui luật mà thí nghiệm đã không thể xác lập trước công trình của Dalton, một khi công trình đó được chấp nhận, đã trở thành một nguyên lí cấu thành mà không tập duy nhất nào của các đo lường hoá học có thể lật đổ. Như kết quả của cái có lẽ là thí dụ đầy đủ nhất của chúng ta về một cuộc cách mạng khoa học, cùng các thao tác hoá học đã có một mối quan hệ đối với sự khái quát hoá hoá học rất khác với quan hệ chúng có trước đấy.

Khỏi cần phải nói, các kết luận của Dalton đã bị tấn công khắp nơi khi đầu tiên được công bố. Đặc biệt, Bertholett đã không bao giờ được thuyết phục. Xét bản chất của vấn đề, ông không cần phải thế. Nhưng đối với hầu hết các nhà hoá học, khung mẫu mới của Dalton tỏ ra là thuyết phục nơi khung mẫu của Proust đã không, vì nó có các hệ luỵ rộng hơn nhiều và quan trọng hơn một tiêu chuẩn để phân biệt một hỗn hợp với một hợp chất. Thí dụ, nếu các nguyên tử có thể kết hợp chỉ theo các tỉ lệ số nguyên đơn giản, thì một sự xem xét lại các dữ liệu hoá học phải tiết lộ các thí dụ về bội số cũng như về các tỉ lệ cố định. Các nhà hoá học đã ngừng viết rằng hai oxít, chẳng hạn, của các bon chứa 56 phần trăm và 72 phần trăm oxy theo trọng lượng; thay vào đó họ viết rằng một trọng lượng của các bon sẽ kết hợp với hoặc 1,3 hay 2,6 trọng lượng của oxy. Khi kết quả của các thao tác cũ được ghi chép theo cách này, một tỉ lệ 2:1 đập luôn vào mắt; và điều này xảy ra trong phân tích của nhiều phản ứng quen biết và của các phản ứng mới nữa. Ngoài ra, khung mẫu của Dalton làm cho có thể để đồng hoá công trình của Richter và để thấy tính tổng quát đầy đủ của nó. Cũng thế, nó gợi ý các thí nghiệm mới, một phần các thí nghiệm của Gay-Lussac về thể tích kết hợp, và những cái này đem lại thêm các sự đều đặn khác, những cái các nhà hoá học trước kia không hề mơ tới. Cái mà các nhà hoá học lấy từ Dalton không phải là các qui luật thực nghiệm mà là một cách mới về thực hành hoá học (bản thân ông đã gọi nó là “hệ thống mới của triết học hoá học”), và điều này tỏ ra

có kết quả nhanh chóng đến mức chỉ có vài nhà hoá học già hơn ở nước Pháp và Anh là có thể cưỡng lại nó.[124] Kết quả là, các nhà hoá học đi đến sống trong một thế giới nơi các phản ứng ứng xử hoàn toàn khác với cách chúng đã ứng xử trước đây.

Khi tất cả việc này tiếp diễn, một sự thay đổi khác và rất quan trọng đã xảy ra. Đó đây, chính dữ liệu hoá học đã bắt đầu thay đổi. Khi lần đầu Dalton tìm văn học hoá học nhằm kiếm dữ liệu để hỗ trợ cho lí thuyết vật lí của ông, ông đã thấy một số ghi chép về các phản ứng phù hợp, nhưng ông đã hầu như không thể tránh tìm thấy các dữ liệu khác không phù hợp. Các đo lường riêng của Proust về hai oxít đồng, thí dụ, đã mang lại một tỉ lệ trọng lượng oxy 1,47: 1 hơn là tỉ lệ 2:1 do lí thuyết nguyên tử yêu cầu; và Proust chính là người đã có thể được kì vọng đạt được tỉ lệ Daltonian.[125] Ông đã là một nhà thực nghiệm tài giỏi, và quan điểm của ông về quan hệ giữa các hỗn hợp và các hợp chất đã rất gần với quan điểm của Dalton. Nhưng khó để bắt tự nhiên hợp với một khung mẫu. Đó là vì sao các câu đố của khoa học thông thường lại thách thức đến vậy và cũng vì sao các thí nghiệm được tiến hành mà không có một khung mẫu hiếm khi dẫn đến bất cứ kết luận nào. Các nhà hoá học không thể, vì thế, đơn giản chấp nhận lí thuyết của Dalton dựa trên bằng chứng, vì phần lớn bằng chứng vẫn là tiêu cực. Thay vào đó, ngay cả sau khi chấp nhận lí thuyết, họ vẫn phải đánh vật để dồn tự nhiên vào hàng, một quá trình mà, khi điều đó xảy ra, đã mất một thế hệ nữa. Khi nó được hoàn tất, ngay cả tỉ lệ phần trăm hợp thành của các hợp chất quen biết cũng đã khác đi. Bản thân các dữ liệu đã thay đổi. Đó là ý nghĩa cuối cùng theo đó chúng ta có thể muốn nói rằng sau một cuộc cách mạng các nhà khoa học hoạt động trong một thế giới khác.

XI. Tính Vô hình của các cuộc Cách mạng

Chúng ta vẫn phải hỏi các cuộc cách mạng khoa học kết thúc ra sao. Tuy nhiên, trước khi làm vậy có vẻ phải cần đến một nỗ lực cuối cùng để củng cố niềm tin chắc về sự tồn tại và bản chất của chúng. Cho đến đây tôi đã thử trưng bày các cuộc cách mạng bằng minh hoạ, và các thí dụ có thể được nhân lên *ad nauseam* [*đến mức phát ngấy*]. Nhưng rõ ràng, phần lớn trong số chúng, được lựa chọn có chủ ý vì sự quen thuộc của chúng, đã thường được xem không như các cuộc cách mạng mà như những đóng góp thêm cho tri thức khoa học. Các minh hoạ thêm cũng có thể cho cách nhìn ngang như vậy, và các minh hoạ này có lẽ không có hiệu quả. Tôi gợi ý rằng có các lí do tuyệt vời vì sao các cuộc cách mạng đã tỏ ra gần như vô hình. Cả các nhà khoa học lẫn dân thường lấy phần lớn hình ảnh của họ về hoạt động khoa học sáng tạo từ một nguồn có uy quyền che giấu một cách có hệ thống – một phần vì các lí do chức năng quan trọng – sự tồn tại và tầm quan trọng của các cuộc cách mạng khoa học. Chỉ khi bản chất của uy quyền đó được nhận ra và được phân tích ta mới có thể hi vọng làm cho thí dụ lịch sử có hiệu quả đầy đủ. Vả lại, tuy điểm này có thể được trình bày đầy đủ chỉ trong mục kết luận của tôi, phân tích cần đến bây giờ sẽ bắt đầu cho thấy một trong các khía cạnh của công việc khoa học phân biệt nó rất rõ ràng với sự theo đuổi sáng tạo khác trừ có lẽ thần học.

Như nguồn uy quyền, tôi chủ yếu nghĩ đến các sách giáo khoa khoa học cùng với các công trình cả để truyền bá lẫn các công trình triết học mô phỏng theo chúng. Cả ba loại này – cho đến gần đây không có sẵn nguồn thông tin đáng kể khác nào về khoa học trừ thông qua thực hành nghiên cứu – có một thứ chung. Chúng toàn tâm toàn ý với một khối đã được trau chuốt của các vấn đề, số liệu, và lí thuyết, rất thường với một tập cá biệt của các khung mẫu mà cộng đồng khoa học tận tâm với khi chúng được viết. Bản thân các sách giáo khoa hướng vào truyền đạt từ vựng và cú pháp của một ngôn ngữ khoa học đương thời. Các công trình truyền bá thử mô tả cùng các ứng dụng này bằng một ngôn ngữ gần hơn với ngôn ngữ cuộc sống hàng ngày. Và triết học khoa học, đặc biệt triết học khoa học của thế giới nói tiếng Anh, phân tích cấu trúc logic của cùng khối tri thức khoa học. Tuy một luận bàn đầy đủ hơn nhất thiết phải đề cập đến những sự phân biệt đích thực giữa ba loại này, chính các sự giống nhau của chúng khiến ta quan tâm nhất ở đây. Cả ba ghi chép kết quả ổn định của các cuộc cách mạng quá khứ và như thế trưng bày các cơ sở của truyền thống khoa học thông thường hiện tại. Để hoàn thành chức năng của mình chúng không cần cung cấp thông tin xác thực về cách theo đó các cơ sở này được nhận ra lần đầu và sau đó được chuyên ngành đón nhận. Chí ít trong trường hợp các sách giáo khoa, thậm chí có các lí do chính đáng, về các vấn đề này, vì sao chúng phải gây lầm lạc một cách có hệ thống.

Chúng ta đã lưu ý ở Mục II rằng một sự nương tựa tăng lên vào sách giáo khoa hay cái tương đương của chúng là một việc đi kèm không đổi của sự nổi lên của một khung mẫu đầu tiên trong bất cứ lĩnh vực khoa học nào. Mục kết luận của tiểu luận này sẽ lí lẽ rằng sự thống trị của một khoa học trưởng thành bởi các sách giáo khoa như vậy khu biệt đáng kể hình mẫu phát triển của nó với hình mẫu phát triển của các lĩnh vực khác. Lúc này hãy đơn giản coi là dĩ nhiên, ở chừng mực không có tiền lệ trong các lĩnh vực khác, rằng tri thức về khoa học của cả dân thường lẫn của người hành nghề đều dựa vào các sách giáo khoa và vài loại văn học khác có xuất xứ từ chúng. Các sách giáo khoa, tuy vậy, do là các phương tiện sư phạm cho sự duy trì mãi khoa học thông thường, phải được viết lại toàn bộ hay từng phần mỗi khi ngôn ngữ, cấu trúc vấn đề, hay các chuẩn mực của khoa học thông thường thay đổi. Tóm lại, chúng phải được viết lại trong hậu quả của mỗi cuộc cách mạng khoa học, và, một khi được viết lại, một cách không thể tránh khỏi chúng che giấu không chỉ vai trò mà chính cả sự tồn tại của các cuộc cách mạng đã tạo ra chúng. Trừ khi đích thân trải nghiệm một cuộc cách mạng trong chính đời mình, ý nghĩa lịch sử của nhà khoa học đang làm việc hay của bạn đọc thường của văn học sách giáo khoa mở rộng chỉ đến kết quả của các cuộc cách mạng mới nhất trong lĩnh vực.

Các sách giáo khoa như thế bắt đầu bằng cắt xén cảm giác của nhà khoa học về lịch sử môn học của mình và sau đó tiếp tục cung cấp một cái thay thế cho cái chúng đã bỏ đi. Một cách đặc trưng, các sách

giáo khoa khoa học chứa chỉ một mẩu lịch sử, hoặc ở một chương dẫn nhập hoặc, thường xuyên hơn trong các dẫn chiếu rải rác đến các anh hùng lớn của một thời kì trước. Từ các dẫn chiếu như vậy cả sinh viên lẫn các nhà chuyên nghiệp đi đến cảm thấy giống như những người tham gia vào một truyền thống lịch sử có từ lâu đời. Thế nhưng truyền thống xuất phát từ sách giáo khoa trong đó các nhà khoa học cảm thấy sự tham gia của họ, là một truyền thống, thực ra, chẳng bao giờ tồn tại. Vì các lí do cả hiển nhiên lẫn rất có tính chức năng, các sách giáo khoa khoa học (và quá nhiều sách lịch sử khoa học) chỉ nhắc đến phần công việc của các nhà khoa học quá khứ, phần có thể dễ dàng xem như các đóng góp cho việc nêu ra các vấn đề và lời giải của các vấn đề của khung mẫu của sách giáo khoa. Một phần do chọn lọc và một phần do bóp méo, các nhà khoa học của các thời kì trước được trình bày một cách ngấm ngầm cứ như đã làm việc trên cùng tập của các vấn đề cố định và phù hợp với cùng tập của các tiêu chuẩn cố định mà cuộc cách mạng gần đây nhất về lí thuyết và phương pháp khoa học đã làm cho có vẻ như khoa học. Không ngạc nhiên là các sách giáo khoa và truyền thống lịch sử do chúng ngụ ý, phải được viết sau mỗi cuộc cách mạng khoa học. Và không ngạc nhiên là, khi chúng được viết, khoa học lại một lần nữa có vẻ chủ yếu mang tính luỹ tích.

Tất nhiên, các nhà khoa học không phải là nhóm duy nhất có khuynh hướng nhìn sự phát triển quá khứ của môn học của mình một cách tuyến tính đến điểm đạt được hiện tại. Sự cám dỗ để viết lịch sử giật lùi là cả phổ biến khắp nơi lẫn luôn luôn tái diễn. Nhưng các nhà khoa học bị sự cám dỗ viết lại lịch sử ảnh hưởng hiều hơn, một phần vì các kết quả nghiên cứu khoa học không cho thấy sự phụ thuộc hiển nhiên nào vào bối cảnh lịch sử của sự điều tra, và một phần bởi vì, trừ trong khủng hoảng và cách mạng, vị trí hiện thời của nhà khoa học có vẻ rất an toàn. Chỉ nhiều chi tiết lịch sử hơn, dù về khoa học hiện tại hay quá khứ, hoặc nhiều trách nhiệm đối với các chi tiết lịch sử hơn so với cái được trình bày, mới có thể cho sự thất thường, sai sót, và lầm lẫn của con người một địa vị giả tạo. Vì sao lại đề cao cái mà các nỗ lực hay nhất và bền bỉ nhất của khoa học làm cho có thể để vứt bỏ? Sự sụt giá của sự thực lịch sử ăn sâu, và có lẽ về chức năng, vào ý thức hệ của nghề khoa học, cũng chính nghề ấy đặt giá trị cao nhất trong mọi giá trị lên các chi tiết sự thực thuộc các loại khác. Whitehead tóm được tinh phần phi lịch sử của cộng đồng khoa học khi ông viết, “Một khoa học do dự để quên những người sáng lập của nó hẳn vô bổ”. Thế nhưng ông không hoàn toàn đúng, vì các khoa học, giống các hoạt động chuyên nghiệp khác, có cần đến các anh hùng của nó và có giữ gìn tên tuổi của họ. May là, thay cho quên các anh hùng này, các nhà khoa học đã có khả năng quên hay xét lại công trình của họ.

Kết quả là một xu hướng bền bỉ khiến lịch sử khoa học có vẻ tuyến tính hay luỹ tích, một xu hướng thậm chí tác động đến các nhà khoa học nhìn lại nghiên cứu riêng của họ. Thí dụ, cả ba báo cáo không tương thích của Dalton về sự phát triển của thuyết nguyên tử hoá học của ông khiến như có vẻ rằng từ ngày đầu ông đã quan tâm đúng đến các vấn đề hoá học về các tỉ lệ kết hợp mà muộn hơn ông nổi tiếng vì đã giải quyết nó. Trên thực tế các vấn đề đó dường như đã xuất hiện đối với ông cùng với các lời giải của chúng, và sau đó không trước khi công việc sáng tạo của riêng ông đã rất gần hoàn tất.[126] Cái mà tất cả các báo cáo của Dalton bỏ qua là các tác động cách mạng của việc áp dụng một tập các câu hỏi và khái niệm trước kia được giới hạn cho vật lí học và khí tượng học sang cho hoá học. Đó là cái Dalton đã làm, và kết quả là một sự tái định hướng đối với lĩnh vực, một sự định hướng lại đã dạy các nhà hoá học hỏi các câu hỏi mới về và rút ra các kết luận mới từ các số liệu cũ.

Hoặc lại nữa, Newton viết rằng Galileo đã khám phá ra là lực hấp dẫn không đổi tạo ra một chuyển động tỉ lệ với bình phương thời gian. Thực ra định lí động học của Galileo có dạng đó khi được cấy vào khuôn của các khái niệm riêng của Newton. Nhưng Galileo không nói cái gì thuộc loại đó. Thảo luận của ông về các vật thể rơi hiếm khi ám chỉ đến các lực, rất ít đến lực hấp dẫn đồng đều khiến các vật rơi.[127] Bằng gán cho Galileo câu trả lời đối với một câu hỏi mà khung mẫu của Galileo không cho phép hỏi, tường thuật của Newton che giấu ảnh hưởng của một sự diễn đạt lại nhỏ nhưng cách mạng trong các câu hỏi mà các nhà khoa học đã hỏi về chuyển động cũng như trong các câu trả lời mà họ cảm thấy có thể chấp

nhận. Nhưng chính loại thay đổi này trong diễn đạt lại các câu hỏi và các câu trả lời là cái, nhiều hơn nhiều so với các khám phá thực nghiệm mới, giải thích quá độ từ động học Aristotlian sang động học Galilean và từ động học Galilean sang động học Newtonian. Bằng che giấu những thay đổi như vậy, xu hướng sách giáo khoa làm cho sự phát triển khoa học có vẻ tuyến tính che giấu một quá trình nằm ở trung tâm của các đoạn quan trọng nhất của sự phát triển khoa học.

Các thí dụ trước, mỗi cái trong phạm vi bối cảnh của một cách mạng duy nhất, phô bày ra các phần đầu của một sự tái dựng lại lịch sử thường thường được các sách giáo khoa khoa học sau cách mạng hoàn tất. Nhưng sự hoàn tất đó dính đến nhiều hơn một sự nhân lên của những sự tái dựng sai như được minh hoạ ở trên. Những sự tái dựng sai này làm cho các cuộc cách mạng thành vô hình; sự sắp xếp các tư liệu vẫn còn nhìn thấy được trong các sách giáo khoa khoa học hàm ý một quá trình mà, nếu tồn tại, sẽ từ chối các cuộc cách mạng một chức năng. Bởi vì chúng hướng nhanh tới làm cho sinh viên quen với cái mà cộng đồng khoa học đương thời nghĩ là nó biết, các sách giáo khoa đề cập đến các thí nghiệm, các khái niệm, các qui luật, và các lí thuyết khác nhau của khoa học thông thường hiện thời càng tách rời và càng gần như từng thứ một càng tốt. Với tư cách sư phạm, kĩ thuật trình bày này là không thể bắt bẻ được. Nhưng khi được kết hợp với thái độ phi lịch sử nói chung của văn phong khoa học và với những sự dựng lại sai đôi khi có tính hệ thống như được thảo luận ở trên, một ấn tượng mạnh chắc sẽ xảy ra một cách không cưỡng nổi: khoa học đã đạt trạng thái hiện thời của nó bằng một chuỗi các phát minh và sáng chế đơn lẻ mà, khi tập hợp lại cùng nhau, tạo thành khối hiện đại về tri thức kĩ thuật. Từ lúc bắt đầu của công việc khoa học, sự trình bày sách giáo khoa hàm ý, các nhà khoa học đã phấn đấu vì các mục tiêu cá biệt được bao hàm trong các khung mẫu ngày nay. Từng cái một, trong một quá trình thường được so sánh với các viên gạch thêm vào một toà nhà, các nhà khoa học đã đưa thêm sự thực, khái niệm, qui luật, hay lí thuyết khác vào khối thông tin được cung cấp trong sách giáo khoa khoa học đương thời.

Nhưng đó không phải là cách một khoa học phát triển. Nhiều câu đố của khoa học thông thường đương thời đã không tồn tại cho đến sau cách mạng khoa học gần đây nhất. Rất ít trong số chúng có thể được truy nguyên về khởi đầu lịch sử của khoa học trong đó chúng xuất hiện. Các thế hệ trước đã theo đuổi các vấn đề riêng của mình với các công cụ riêng của mình và các chuẩn mực giải pháp riêng của mình. Không chỉ chính các vấn đề đã thay đổi. Đúng hơn toàn bộ mạng lưới về sự thực và lí thuyết mà khung mẫu sách giáo khoa làm khớp với tự nhiên đã thay đổi. Có phải tính không thay đổi của cấu tạo hoá học, chẳng hạn, là một sự thực trần trụi của kinh nghiệm mà các nhà hoá học đã khám phá ra bằng thí nghiệm trong khuôn khổ của bất cứ một trong những thế giới trong đó các nhà hoá chất đã hành nghề? Hoặc nó đúng hơn là một yếu tố – và một yếu tố rõ ràng, như vậy- trong một kết cấu mới về sự thực và lí thuyết liên đới mà Dalton đã làm khớp với kinh nghiệm hoá học trước đây như một tổng thể, làm thay đổi kinh nghiệm đó trong quá trình? Hay cũng thế, gia tốc không đổi do một lực không đổi gây ra chỉ là một sự thực mà các nhà nghiên cứu động học đã luôn luôn tìm kiếm, hay đúng hơn nó là câu trả lời cho một câu hỏi đầu tiên nảy sinh chỉ bên trong lí thuyết Newtonian và rằng lí thuyết đó có thể trả lời từ khối thông tin sẵn có trước khi câu hỏi được nêu ra?

Các câu hỏi này được hỏi ở đây về cái có vẻ như các sự thực được khám phá ra từng phần của một sự trình bày sách giáo khoa. Nhưng hiển nhiên, chúng cũng có các dính líu đối với những cái sách giáo khoa trình bày như các lí thuyết. Các lí thuyết đó, tất nhiên, có “khớp với các sự thực”, nhưng chỉ bằng biến đổi thông tin có thể tiếp cận được trước đây thành các sự thực mà, đối với khung mẫu trước, đã không hề tồn tại chút nào. Và điều đó có nghĩa là các lí thuyết cũng không tiến hoá từ từ để làm khớp các sự thực đã luôn luôn ở đó. Đúng hơn, chúng nổi lên cùng nhau với các sự thực mà chúng khớp với từ một sự diễn đạt lại mang tính cách mạng về truyền thống khoa học trước đó, một truyền thống trong đó mối quan hệ do tri thức làm trung gian giữa nhà khoa học và tự nhiên đã không hoàn toàn hệt vậy.

Một thí dụ cuối cùng có thể làm rõ giải thích này về tác động của sự trình bày sách giáo khoa lên hình ảnh của chúng ta về sự phát triển khoa học. Mọi sách giáo khoa hoá học cơ bản đều phải thảo luận khái

niệm nguyên tố hoá học. Hầu như luôn luôn, khi khái niệm được đưa ra, nguồn gốc của nó được qui cho nhà hoá học thế kỉ mười bảy, Robert Boyle, ở cuốn *Sceptical Chymist* của ông bạn đọc chu đáo sẽ thấy một định nghĩa về 'nguyên tố' khá gần với định nghĩa được dùng ngày nay. Dẫn chiếu đến đóng góp của Boyle giúp khiến người mới vào nghề biết rằng hoá học đã không bắt đầu với thuốc sunfamit; ngoài ra, nó cho anh ta biết rằng các nhiệm vụ truyền thống của nhà khoa học là đi sáng chế ra các khái niệm thuộc loại này. Như một phần của kho vũ khí sư phạm cái biến một người thành nhà khoa học, sự quy cho đó là cực kì thành công. Tuy nhiên, nó minh hoạ thêm một lần nữa hình mẫu của các lầm lẫn lịch sử những cái làm lầm lạc cả các sinh viên lẫn dân thường về bản chất của công việc khoa học.

Theo Boyle, người đã khá đúng, "định nghĩa" của ông về một nguyên tố đã không hơn một lời diễn giải về một khái niệm hoá học truyền thống; Boyle đã đề nghị nó chỉ nhằm lí lẽ rằng không tồn tại cái như nguyên tố hoá học; với tư cách lịch sử, phiên bản sách giáo khoa về sự đóng góp của Boyle là hoàn toàn sai lầm.[128] Sai lầm đó, tất nhiên, là tầm thường, tuy không hơn bất cứ sự trình bày sai khác nào về dữ liệu. Cái không tầm thường, tuy vậy, là ấn tượng về khoa học được nuôi dưỡng khi loại sai lầm này đầu tiên được hoà lẫn và sau đó được gắn vào cấu trúc kĩ thuật của sách giáo khoa. Giống như 'thời gian', 'năng lượng', 'lực', hay 'hạt', khái niệm về một nguyên tố là loại thành phần sách giáo khoa mà thường không hề được sáng chế ra hay phát minh ra chút nào. Định nghĩa của Boyle, đặc biệt, có thể truy nguyên lại chí ít đến Aristotle và hướng về phía trước qua Lavoisier đến các sách giáo khoa hiện đại. Thế nhưng điều đó không có nghĩa rằng khoa học đã có khái niệm hiện đại về một nguyên tố kể từ thời thượng cổ. Xét tự chúng, các định nghĩa bằng lời như định nghĩa của Boyle có ít nội dung khoa học. Chúng không phải là các đặc tả logic đầy đủ về ý nghĩa (nếu có cái như vậy), mà nhiều hơn là các công cụ trợ giúp về sư phạm. Các khái niệm khoa học, mà chúng chỉ tới, nhận được ý nghĩa đầy đủ chỉ khi liên kết, bên trong văn bản hay sự trình bày có hệ thống khác, với các khái niệm khoa học khác, với các thủ tục thao tác, và với các ứng dụng khung mẫu. Suy ra rằng các khái niệm như khái niệm nguyên tố hầu như không thể được sáng chế ra độc lập với bối cảnh. Hơn nữa, cho trước bối cảnh, chúng hiếm khi đòi sự sáng chế ra bởi vì chúng có sẵn trong tay rồi. Cả Boyle lẫn Lavoisier đã thay đổi ý nghĩa hoá học của 'nguyên tố' ở các mức độ đáng kể. Nhưng họ đã không sáng chế ra khái niệm hay thậm chí thay đổi công thức bằng lời được dùng như định nghĩa của nó. Như chúng ta đã thấy, cả Einstein cũng đã không phải sáng chế ra hay thậm chí định nghĩa lại một cách tường minh 'không gian' và 'thời gian' nhằm cho chúng ý nghĩa mới bên trong bối cảnh của công trình của ông.

Thế thì chức năng lịch sử của Boyle đã là gì trong phần đó của công trình của ông, phần bao gồm "định nghĩa" nổi tiếng ấy? Ông đã là một lãnh tụ của một cuộc cách mạng khoa học mà, bằng làm thay đổi quan hệ của 'nguyên tố' với thao tác hoá học và lí thuyết hoá học, đã biến đổi quan niệm thành một công cụ hoàn toàn khác với cái nó đã là trước đó và đã biến đổi cả hoá học lẫn thế giới của nhà hoá học trong quá trình.[129] Các cuộc cách mạng khác, kể cả cuộc cách mạng xoay quanh Lavoisier, đã đòi hỏi cho khái niệm hình thức và chức năng hiện đại của nó. Nhưng Boyle cung cấp một thí dụ điển hình cả về quá trình dính dáng đến ở mỗi trong các giai đoạn này và về cái gì xảy ra đối với quá trình đó khi tri thức hiện tồn được bao hàm trong một sách giáo khoa. Hơn bất cứ khía cạnh riêng nào của khoa học, hình thức sự phạm đó đã xác định hình ảnh của chúng ta về bản chất của khoa học và về vai trò của sự phát minh và sáng chế trong sự tiến bộ của nó.

XII. Sự Giải quyết các cuộc Cách mạng

Các sách giáo khoa mà chúng ta vừa thảo luận được tạo ra chỉ trong hậu quả của một cuộc cách mạng khoa học. Chúng là cơ sở cho một truyền thống mới của khoa học thông thường. Khi bàn đến câu hỏi về cấu trúc của chúng rõ ràng chúng ta đã bỏ sót một bước. Quá trình theo đó một ứng viên mới cho khung mẫu thay thế khung mẫu trước của nó là thế nào? Bất cứ diễn giải mới nào về bản chất, dù một phát minh hay một lí thuyết, nổi lên trong đầu của một hay một vài cá nhân. Chính họ, những người đầu tiên học để nhìn khoa học và thế giới một cách khác đi, và khả năng của họ để tiến hành quá độ, được tạo thuận lợi bởi hai hoàn cảnh không bình thường đối với hầu hết các thành viên khác trong ngành của họ. Lúc nào cũng vậy sự chú ý của họ được tập trung cao độ vào các vấn đề gây khủng hoảng; ngoài ra, thường thường họ là những người trẻ đến mức và mới đối với lĩnh vực đầy rẫy khủng hoảng đến mức việc hành nghề đã cam kết họ ít sâu sắc hơn hầu hết những người đương thời của họ đối với thế giới quan và các quy tắc do khung mẫu cũ qui định. Làm sao họ có thể, họ phải làm gì, để biến đổi toàn bộ chuyên nghề hay nhóm chuyên nghiệp theo cách nhìn của họ về khoa học và thế giới? Cái gì khiến nhóm từ bỏ một truyền thống khoa học thông thường để ủng hộ một truyền thống khác?

Để thấy tính cấp bách của các câu hỏi này, hãy nhớ lại rằng chúng chỉ là những tái dựng lại mà sử gia có thể cung cấp cho điều tra của nhà triết học về kiểm nghiệm, xác minh, hay sự chứng minh là sai của các lí thuyết khoa học đã được xác lập. Ở chừng mực mà anh ta làm khoa học thông thường, nhà nghiên cứu là một người giải các câu đố, không phải là một người kiểm tra các khung mẫu. Tuy anh ta có thể, trong khi tìm kiếm lời giải của một câu đố cá biệt, thử nhiều cách tiếp cận khả dĩ, loại bỏ những cách không mang lại kết quả mong muốn, anh ta không kiểm tra *các khung mẫu* khi anh ta làm vậy. Thay vào đó anh ta giống người chơi cờ, với một vấn đề được nêu rõ và chiếc bảng vật lí hay tinh thần ở trước mặt, anh ta thử các nước đi khả dĩ khác nhau trong tìm kiếm một lời giải. Các nỗ lực thử này, dù bởi người chơi cờ hay nhà khoa học, là các phép thử chỉ của chính chúng, không phải của các qui tắc của trò chơi. Chúng là có thể chỉ chừng nào bản thân khung mẫu được coi là dĩ nhiên. Vì vậy, sự kiểm tra khung mẫu xảy ra chỉ sau sự thất bại liên tục để giải một câu đố đáng chú ý đã gây ra khủng hoảng. Và ngay cả khi đó nó xảy ra chỉ sau khi cảm giác về khủng hoảng đã gợi lên một ứng viên thay thế cho khung mẫu. Trong các khoa học tình trạng kiểm tra chẳng bao giờ, như giải câu đố, đơn giản cốt ở so sánh một khung mẫu duy nhất với tự nhiên. Thay vào đó, sự kiểm tra xảy ra như một phần của cạnh tranh giữa hai khung mẫu đối địch vì sự trung thành của cộng đồng khoa học.

Xem xét kĩ lưỡng, cách diễn đạt này phơi bày những tương tự không ngờ và có lẽ có ý nghĩa đối với hai trong số các lí thuyết triết học đương thời phổ biến nhất về xác minh. Một vài nhà triết học khoa học vẫn tìm các tiêu chuẩn tuyệt đối cho sự xác minh các lí thuyết khoa học. Nhận thấy rằng không lí thuyết nào có thể từng được phơi ra cho tất cả các kiểm tra thích đáng khả dĩ, họ không hỏi liệu một lí thuyết có được xác minh hay không mà đúng hơn về xác suất của nó dưới ánh sáng của bằng chứng thực sự tồn tại. Và để trả lời câu hỏi đó, một trường phái quan trọng lao vào so sánh khả năng của các lí thuyết khác nhau để giải thích bằng chứng có sẵn. Sự khăng khăng đó về so sánh các lí thuyết cũng đặc trưng cho tình hình lịch sử trong đó lí thuyết mới được chấp nhận. Rất có thể nó chỉ ra một trong các hướng theo đó các thảo luận tương lai về xác minh phải làm theo.

Trong các dạng thông thường nhất của chúng, tuy vậy, tất cả các lí thuyết xác minh xác suất đều phải nhờ cậy đến một trong các ngôn ngữ quan sát thuần tuý hay trung lập nào đó được thảo luận ở Mục X. Một lí thuyết xác suất yêu cầu chúng ta so sánh lí thuyết khoa học cho trước với tất cả các lí thuyết khác có thể hình dung được để phù hợp với cùng sưu tập của các dữ liệu quan sát. Lí thuyết khác đòi hỏi việc xây dựng trong trí tưởng tượng tất cả các kiểm nghiệm mà lí thuyết cho trước có thể hình dung được là sẽ phải vượt qua.[130] Hình như sự xây dựng nào đó như vậy là cần cho tính toán các xác suất cụ thể, tuyệt đối hay tương đối, và khó để thấy làm thế nào có thể đạt được việc xây dựng như vậy. Nếu, như tôi đã đề xuất rồi, không thể có hệ thống ngôn ngữ hay khái niệm trung lập nào về mặt khoa học hay thực nghiệm, thì việc xây

dựng được đề xuất của các kiểm tra luân phiên và các lí thuyết phải được tiến hành trong phạm vi của một truyền thống dựa trên khung mẫu này hay khác. Bị giới hạn như thế nó sẽ không tiếp cận đến tất cả kinh nghiệm khả dĩ hay đến tất cả các lí thuyết khả dĩ. Kết quả là, các lí thuyết xác suất che đậy tình hình xác minh cũng nhiều như chúng làm sáng tỏ nó. Tuy tình hình đó, như họ khăng khăng, có phụ thuộc vào sự so sánh các lí thuyết và bằng chứng phổ biến rộng, các lí thuyết và quan sát đang được tranh cãi luôn luôn quan hệ mật thiết với những cái đã tồn tại rồi. Sự xác minh giống chọn lọc tự nhiên: nó chọn ra cái có thể đứng vững nhất giữa các lựa chọn khả dĩ thực sự trong một tình huống lịch sử cá biệt. Liệu sự lựa chọn đó có tốt nhất hay không, điều đó có thể làm được nếu giả như các lựa chọn khả dĩ khác vẫn sẵn có hoặc nếu dữ liệu thuộc loại khác không phải là một câu hỏi có thể được hỏi một cách hữu ích.

Một cách tiếp cận khác đối với toàn bộ mạng lưới các vấn đề này đã được Karl R. Popper phát triển, ông phủ nhận sự tồn tại của bất cứ thủ tục xác minh nào.[131] Thay vào đó, ông nhấn mạnh tầm quan trọng của sự chứng minh là sai, tức là, của sự kiểm tra, vì kết quả phủ định của nó, bắt phải vứt bỏ một lí thuyết đã được xác lập. Rõ ràng, vai trò được quy như vậy cho sự chứng minh là sai là rất giống vai trò mà tiểu luận này gán cho các kinh nghiệm dị thường, tức là cho các kinh nghiệm, do gây ra khủng hoảng, đã dọn đường cho một lí thuyết mới. Tuy nhiên, các kinh nghiệm dị thường có thể không đồng nhất với những cái chứng minh là sai. Quả thực, tôi nghi rằng những cái sau tồn tại. Như đã được nhấn mạnh nhiều lần ở trước, không lí thuyết nào từng giải tất cả các câu đố mà nó gặp phải ở một thời gian cho trước; các lời giải đã đạt được rồi thường cũng chẳng hoàn hảo. Ngược lại, chính tính chưa đầy đủ và không hoàn hảo của sự phù hợp dữ liệu hiện tồn và lí thuyết là cái, ở bất cứ thời gian nào, xác định nhiều câu đố đặc trưng cho khoa học thông thường. Nếu giả như bất cứ và mọi sự thất bại để làm phù hợp là lí do để vứt bỏ lí thuyết, thì luôn luôn phải bị vứt bỏ mọi lí thuyết. Mặt khác, nếu chỉ sự thất bại nghiêm trọng để làm khớp mới biện minh cho sự từ bỏ lí thuyết, thì các nhà Popperian sẽ đòi hỏi tiêu chuẩn nào đó về “tính không chắc xảy ra” hay về “mức độ của sự chứng minh là sai”. Khi phát triển một tiêu chuẩn họ sẽ hầu như chắc chắn vấp phải cùng mạng lưới khó khăn đã ám ảnh những người đề xuất các lí thuyết xác minh xác suất khác nhau.

Có thể tránh được nhiều khó khăn trước bằng thừa nhận rằng cả các quan điểm thịnh hành và đối ngược này về logic cơ sở cho điều tra khoa học đã thử nén hai quá trình phần nhiều tách biệt thành một. Kinh nghiệm dị thường của Popper là quan trọng với khoa học bởi vì nó tạo nên các đối thủ cạnh tranh cho một khung mẫu hiện tồn. Nhưng sự chứng minh là sai, tuy chắc chắn có xuất hiện, không xảy ra với, hay đơn giản vì, sự nổi lên của một dị thường hay trường hợp chứng minh là sai. Thay vào đó, nó là một quá trình tiếp sau và tách rời có thể được gọi khéo ngang nhau là quá trình xác minh vì nó cốt ở thắng lợi của một khung mẫu mới trên khung mẫu cũ. Hơn nữa, chính trong quá trình xác minh-chứng minh là sai chung đó mà sự so sánh các lí thuyết của nhà xác suất đóng một vai trò trung tâm. Một sự diễn đạt hai giai đoạn như vậy, tôi nghĩ, có ưu điểm về vẻ thật rất lớn, và nó cũng có thể cho phép bắt đầu giải thích vai trò của sự phù hợp (hay sự bất đồng) giữa sự thực và lí thuyết trong quá trình xác minh. Chí ít đối với sử gia, có ít ý nghĩa để gợi ý rằng sự xác minh là việc xác lập sự phù hợp của sự thực với lí thuyết. Tất cả các lí thuyết quan trọng đều phù hợp với các sự thực, nhưng chỉ ít hay nhiều. Không có câu trả lời chính xác hơn đối với câu hỏi một lí thuyết cá biệt có hợp với các sự thực hay không hoặc hợp tốt thế nào. Song các câu hỏi giống thế có thể được hỏi khi xem xét chung các lí thuyết hay thậm chí từng cặp một. Có rất nhiều ý nghĩa để hỏi, cái nào trong hai lí thuyết cạnh tranh thực tế phù hợp *tốt hơn* với các sự thực. Tuy cả lí thuyết của Priesley lẫn của Lavoisier, chẳng hạn, đều không phù hợp chính xác với các quan sát hiện tồn, ít người đương thời đã lưỡng lự hơn một thập kỉ về kết luận rằng lí thuyết của Lavoisier phù hợp tốt hơn.

Sự diễn đạt này, tuy vậy, làm cho nhiệm vụ chọn giữa các khung mẫu có vẻ cả dễ hơn lẫn quen thuộc hơn nó là. Nếu giả như chỉ có một tập các vấn đề khoa học, có một thế giới trong đó để làm việc với chúng, và một tập chuẩn mực cho lời giải của chúng, cạnh tranh khung mẫu có thể được giải quyết ít nhiều một cách máy móc bằng quá trình nào đó giống đếm số các vấn đề được mỗi khung mẫu giải quyết. Nhưng, thực ra,

các điều kiện đó chẳng bao giờ được thoả mãn hoàn toàn. Những người đề xuất các khung mẫu cạnh tranh nhau luôn luôn chí ít hơi hiểu lầm nhau. Chẳng phía nào sẽ thừa nhận mọi giả thiết phi-kinh nghiệm mà phía khác cần để chứng tỏ mình là đúng. Giống Proust và Berthollet tranh cãi về cấu tạo của các hợp chất hoá học, họ một phần buộc phải bới móc lẫn nhau. Tuy mỗi người có thể hi vọng để cải biến người khác theo cách nhìn của mình về khoa học và các vấn đề của nó, chẳng ai có thể hi vọng chứng tỏ mình là đúng. Cạnh tranh giữa các khung mẫu không phải là loại có thể được giải quyết bằng các chứng minh.

Chúng ta đã thấy rồi nhiều lí do vì sao những người đề xuất các khung mẫu khác nhau phải thất bại để tiếp xúc hoàn toàn với các quan điểm của người khác. Chung nhau các lí do này đã được mô tả như tính không thể so sánh được của các truyền thống trước và sau cách mạng của khoa học thông thường, và chúng ta chỉ cần tóm tắt lại chúng ngắn gọn ở đây. Thứ nhất, những người đề xuất các khung mẫu cạnh tranh nhau sẽ thường bất đồng về danh mục các vấn đề mà bất cứ ứng viên nào cho khung mẫu phải giải quyết. Các chuẩn mực hay các định nghĩa của họ về khoa học là không hệt như nhau. Một lí thuyết về chuyển động phải giải thích nguyên nhân của các lực hút giữa các hạt vật chất hay nó có thể đơn giản lưu ý đến sự tồn tại của các lực như vậy? Động học của Newton đã bị bác bỏ rộng rãi bởi vì, không giống các lí thuyết của cả Aristotle lẫn Descartes, nó ngụ ý câu trả lời sau cho câu hỏi ấy. Khi lí thuyết của Newton được chấp nhận, một câu hỏi vì thế bị trục xuất khỏi khoa học. Câu hỏi đó, tuy vậy, đã là câu hỏi mà thuyết tương đối rộng có thể tự hào cho là đã giải quyết. Hoặc lại nữa, như đã phổ biến ở thế kỉ mười chín, lí thuyết hoá học Lavoisier đã cấm các nhà hoá học hỏi vì sao các kim loại lại giống nhau đến vậy, một câu hỏi mà hoá học nhiên tố đã cả hỏi lẫn trả lời. Quá độ đến khung mẫu của Lavoisier đã, giống quá độ đến khung mẫu Newton, có nghĩa là một sự mất mát không chỉ của một câu hỏi được phép mà của một lời giải đã đạt được nữa. Sự mất mát đó, tuy vậy, không lâu dài cả trong các câu hỏi thế kỉ hai mươi về các đặc tính của các hoá chất đã lại bước vào khoa học, cùng với một số trả lời cho chúng.

Tuy vậy, dính dáng đến nhiều hơn tính không thể so sánh của các chuẩn mực. Vì các khung mẫu mới sinh ra từ các khung mẫu cũ, chúng nói chung sát nhập phần lớn từ vựng và dụng cụ, cả về quan niệm lẫn thao tác, mà khung mẫu truyền thống đã dùng trước đây. Song chúng hiếm khi dùng các yếu tố vay mượn này hoàn toàn theo cách truyền thống. Bên trong khung mẫu mới, các thuật ngữ cũ, các khái niệm, và các thí nghiệm có các mối quan hệ mới với nhau. Kết quả không thể tránh khỏi là cái ta phải gọi, tuy thuật ngữ là không hoàn toàn đúng, là một sự hiểu lầm giữa hai trường phái cạnh tranh nhau. Các thường dân chế giễu thuyết tương đối rộng của Einstein bởi vì không gian không thể bị “bẻ cong” – không phải như thế – đã không đơn giản là sai hay sai lầm. Các nhà toán học, vật lí học, và các nhà triết học những người đã thử phát triển một phiên bản Euclidian của lí thuyết Einstein cũng đã chẳng phải vậy.[132] Cái trước đây được hiểu là không gian đã nhất thiết là phẳng, đồng đều, đẳng hướng, và không bị ảnh hưởng bởi sự hiện diện của vật chất. Nếu giả như không vậy, vật lí học Newtonian đã không thể hoạt động. Để chuyển đổi sang vũ trụ Einstein, toàn bộ mạng lưới khái niệm mà các sợi dây của nó là không gian, thời gian, vật chất, lực, và v.v., phải được thay đổi và sắp đặt lại trên toàn bộ tự nhiên. Chỉ những người đã hoàn toàn trải qua hay đã không trải qua nổi sự biến đổi đó mới có khả năng khám phá ra chính xác họ đồng ý hay bất đồng về cái gì. Truyền thông qua sự chia cắt cách mạng chắc hẳn là từng phần. Hãy xét, như một thí dụ khác, những người đã gọi Copernicus là kẻ điên vì ông tuyên bố rằng trái đất di chuyển. Họ đã chẳng đơn giản sai hay hoàn toàn sai. Một phần cái họ đã muốn nói bằng “trái đất” là vị trí cố định. Trái đất của họ chí ít, đã không thể xê dịch được. Do đó, sự đổi mới của Copernicus đã không đơn giản là di chuyển trái đất. Đúng hơn, nó là toàn bộ một cách nhìn mới về các vấn đề vật lí học và thiên văn học, một cách nhìn nhất thiết làm thay đổi ý nghĩa của cả “trái đất” lẫn “chuyển động”.[133] Không có những thay đổi đó khái niệm về trái đất di chuyển là điên rồ. Mặt khác, một khi chúng đã được thay đổi và được hiểu, cả Descartes và Huyghens đã có thể nhận ra rằng chuyển động của trái đất là một vấn đề không có nội dung cho khoa học.[134]

Các thí dụ này chỉ ra khía cạnh thứ ba và cơ bản nhất về tính không thể so được của các khung mẫu cạnh tranh nhau. Theo một nghĩa nào đó tôi không có khả năng giải nghĩa thêm, những người đề xuất các khung

mẫu cạnh tranh nhau hành nghề trong các thế giới khác nhau. Một chứa các vật thể ràng buộc rơi chậm chạp, cái khác chứa các con lắc lặp lại chuyển động của chúng nhiều lần. Ở một thế giới các dung dịch là hợp chất, ở cái khác chúng là hỗn hợp. Một được cấy trong một khuôn không gian phẳng, thế giới khác trong một không gian bị cong. Hành nghề ở các thế giới khác nhau, hai nhóm nhà khoa học nhìn thấy các thứ khác nhau khi họ nhìn từ cùng một điểm vào cùng một hướng. Lần nữa, điều đó không có nghĩa là họ có thể thấy bất cứ thứ gì họ thích. Cả hai đều nhìn thế giới, và cái họ nhìn đã không thay đổi. Song ở một số vùng họ nhìn thấy các thứ khác nhau, và họ nhìn chúng trong các mối quan hệ khác nhau cái này đối với cái kia. Đó là vì sao một qui luật thậm chí không thể được bày tỏ cho một nhóm nhà khoa học đôi khi lại có thể có vẻ hiển nhiên về trực giác đối với nhóm khác. Ngang thế, đó là vì sao, trước khi họ có thể hi vọng liên lạc đầy đủ, nhóm này hay nhóm kia phải trải nghiệm sự biến đổi đã được gọi là một sự thay đổi khung mẫu. Đúng vì nó là một sự chuyển đổi giữa các thứ không thể so sánh được, quá độ giữa các khung mẫu cạnh tranh không thể được tiến hành mỗi bước một lúc, do kinh nghiệm logic và trung lập ép. Giống sự chuyển gesralt đột ngột, nó phải xảy ra cùng một lúc (tuy không nhất thiết ngay lập tức) hoặc không chút nào.

Vậy thì làm sao khiến các nhà khoa học thực hiện quá độ này? Một phần câu trả lời là họ rất thường không. Thuyết Copernicus kiếm được vài người thay đổi chính kiến cả gần một thế kỉ sau khi Copernicus chết. Công trình của Newton nói chung không được chấp nhận, đặc biệt ở Lục địa, suốt hơn nửa thế kỉ sau khi *Principia* xuất hiện.[135] Priesley đã chẳng bao giờ chấp nhận lí thuyết oxy, Lord Kelvin cũng không chấp nhận lí thuyết điện từ, và v.v. Những khó khăn của sự biến đổi thường được bản thân các nhà khoa học nhận thấy. Darwin, trong một đoạn đặc biệt mẫn cảm ở cuối cuốn *Origine of Species*, đã viết: “Tuy tôi hoàn toàn tin chắc vào chân lí của các quan điểm được trình bày ở tập sách này…, tôi không kì vọng chút nào để thuyết phục các nhà tự nhiên học có kinh nghiệm mà đầu óc của họ chứa vô số các sự thực tất cả được xem xét, trong nhiều năm, từ một quan điểm trái ngược trực tiếp với của tôi… Song nhìn vào tương lai với niềm tin chắc, vào các nhà tự nhiên học trẻ và đang lên, những người sẽ có khả năng xem xét cả hai mặt của vấn đề một cách vô tư”.[136] Và Max Planck, xét sự nghiệp riêng của mình trong *Scientific Autobiography*, đã buồn bã nhận xét “một chân lí khoa học mới không chiến thắng bằng thuyết phục các đối thủ của nó và khiến họ nhìn thấy ánh sáng, mà đúng hơn vì các đối thủ của nó cuối cùng đã chết, và một thế hệ mới lớn lên quen thuộc với nó”.[137]

Các sự thực này và tương tự được biết quá bình thường để cần phải nhấn mạnh thêm. Song chúng cần được đánh giá lại. Trong quá khứ chúng rất thường được coi như ngụ ý rằng các nhà khoa học, do chỉ là người, không thể luôn thừa nhận lỗi của mình, ngay cả khi đối mặt với chứng minh nghiêm ngặt. Tôi lí lẽ, đúng hơn, rằng về các vấn đề này không có sự chứng minh cũng chẳng có sai lầm. Chuyển lòng trung thành từ khung mẫu này sang khung mẫu kia là một kinh nghiệm cải biến không thể được áp đặt. Sự phản kháng suốt đời, đặc biệt từ những người mà sự nghiệp hữu ích của họ đã gắn với truyền thống cũ về khoa học thông thường, không phải là một sự vi phạm các chuẩn mực khoa học mà là một chỉ số đối với bản thân sự nghiên cứu khoa học. Nguồn phản kháng là sự tin chắc rằng khung mẫu cũ cuối cùng sẽ giải quyết tất cả các vấn đề của nó, rằng tự nhiên có thể được nhét vào cái hộp do khung mẫu cung cấp. Chắc hẳn, ở thời điểm cách mạng, sự tin chắc có vẻ ương ngạnh và bướng bỉnh như quả thực đôi khi chúng là. Song nó cũng là cái gì đó nhiều hơn. Sự tin chắc đó là cái làm cho khoa học thông thường hay giải câu đố là có thể. Và chỉ qua khoa học thông thường mà cộng đồng chuyên môn các nhà khoa học thành công, đầu tiên, trong khai thác phạm vi và tính chính xác của khung mẫu cũ và, sau đó, trong cô lập khó khăn và qua nghiên cứu nó một khung mẫu mới có thể nổi lên.

Thế nhưng, nói rằng sự phản kháng là không thể tránh khỏi và hợp pháp, rằng sự thay đổi khung mẫu không thể được biện minh bằng chứng minh, không phải là nói rằng không lí lẽ nào là thoả đáng hay rằng các nhà khoa học không thể được thuyết phục để thay đổi ý kiến của họ. Tuy đôi khi cần đến một thế hệ để thực hiện sự thay đổi, các cộng đồng khoa học đã không biết bao nhiêu lần được cải biến sang một khung

mẫu mới. Vả lại, những sự cải biến này xảy ra bất chấp sự thực rằng các nhà khoa học là người mà bởi vì họ là người. Tuy một số nhà khoa học, đặc biệt những người già và có kinh nghiệm hơn, có thể phản kháng vô hạn định, hầu hết họ có thể đi đến bằng cách này hay cách khác. Sự cải biến sẽ xảy ra một chút mỗi lúc, sau khi những người chống lại cuối cùng đã chết, toàn bộ giới chuyên môn sẽ lại hành nghề dưới một khung mẫu duy nhất tuy bây giờ là khác. Vì thế chúng ta phải hỏi sự cải biến được gây ra và bị kháng cự thế nào.

Loại câu trả lời nào chúng ta có thể trông đợi cho câu hỏi đó? Đúng bởi vì nó được hỏi về kĩ thuật thuyết phục, hay về lí lẽ và phản lí lẽ trong một tình hình mà không thể có chứng minh nào, câu hỏi của chúng ta là một câu hỏi mới, đòi hỏi một nghiên cứu trước đây chưa được tiến hành. Chúng ta sẽ phải bố trí cho một khảo sát rất thiên vị và theo phái ấn tượng. Ngoài ra, kết hợp cái đã được nói rồi với kết quả của khảo sát đó sẽ gợi ý rằng, khi được hỏi về thuyết phục hơn là chứng minh, câu hỏi về bản chất của lí lẽ khoa học không có câu trả lời duy nhất hay đồng nhất. Cá nhân các nhà khoa học đi theo một khung mẫu mới vì đủ loại lí do và thường vì nhiều lí cùng một lúc. Một số trong các lí do này –thí dụ, tôn thờ mặt trời là cái giúp biến Kepler thành một Copernican – nằm hoàn toàn ngoài lĩnh vực khoa học.[138] Các lí do khác hẳn phụ thuộc vào khí chất của tự truyện và nhân cách. Ngay cả tính dân tộc hay danh tiếng trước của người đổi mới và các thầy giáo của ông đôi khi có thể có một vai trò quan trọng.[139] Cuối cùng, vì vậy, chúng ta phải học để hỏi câu hỏi này một cách khác đi. Chúng ta khi đó sẽ không quan tâm đến các lí lẽ thực ra đã cải biến cá nhân này hay cá nhân khác, mà đúng hơn đến loại cộng đồng sớm hay muộn sẽ luôn luôn hình thành lại như một nhóm đơn nhất. Vấn đề đó, tuy vậy, tôi hoãn lại đến mục cuối cùng, khảo sát trong lúc đó một số loại lí lẽ tỏ ra là đặc biệt hữu hiệu trong các cuộc chiến về thay đổi khung mẫu.

Có lẽ quyền đòi thông dụng đơn nhất được những người đề xuất khung mẫu mới đưa ra là họ có thể giải quyết các vấn đề đã dẫn khung mẫu cũ đến khủng hoảng. Khi có thể làm cho nó trở thành chính đáng, quyền đòi này thường là cái có hiệu quả nhất có thể. Trong lĩnh vực mà nó được đề xuất khung mẫu được biết là bị rắc rối. Sự rắc rối đó đã được khảo sát tỉ mỉ lặp đi lặp lại nhiều lần, và các nỗ lực để loại bỏ nó hết lần này đến lần khác đã tỏ ra vô ích. “Các thí nghiệm quyết định” – những cái có khả năng phân biệt đặc biệt rõ ràng giữa hai khung mẫu – đã được thừa nhận và chứng thực trước khi khung mẫu mới thậm chí được sáng tạo ra. Copernicus như thế đã cho rằng ông đã giải quyết vấn đề gây tranh cãi từ lâu về độ dài của năm theo lịch, Newton rằng ông đã hoà giải cơ học trái đất và cơ học bầu trời, Lavoisier rằng ông đã giải quyết các vấn đề về nhận diện-khí và về các quan hệ trọng lượng, và Einstein rằng ông đã làm cho điện động học tương thích với khoa học được xét lại về chuyển động.

Các yếu sách thuộc loại này là đặc biệt chắc thành công nếu khung mẫu mới bày tỏ ra một sự chính xác định lượng tốt một cách nổi bật hơn đối thủ cạnh tranh cũ của nó. Tính hơn hẳn định lượng của các bảng Rudolphine của Kepler đối với tất cả các bảng được tính từ lí thuyết Ptolemaic đã là một nhân tố chính trong cải biến các nhà thiên văn học sang thuyết Copernicus. Thành công của Newton trong tiên đoán định lượng các quan sát thiên văn học có lẽ đã là lí do quan trọng đơn nhất cho sự thắng lợi của lí thuyết của ông trên các đối thủ cạnh tranh hợp lí hơn song đều chỉ định tính. Và trong thế kỉ này thành công định lượng nổi bật của cả định luật phát xạ của Planck lẫn nguyên tử của Bohr đã nhanh chóng thuyết phục nhiều nhà vật lí đi chấp nhận chúng cho dù, xét khoa học vật lí như một tổng thể, cả hai đóng góp này đã gây ra nhiều vấn đề hơn chúng đã giải quyết.[140]

Yêu sách là đã giải quyết các vấn đề gây khủng hoảng, tuy vậy, bản thân chúng hiếm khi là đủ. Cũng không luôn chính đáng để đưa ra. Thực ra, lí thuyết của Copernicus đã không chính xác hơn của Ptolemy và đã không dẫn trực tiếp đến bất cứ cải thiện nào về lịch. Hoặc lại nữa, lí thuyết sóng ánh sáng, trong một số năm sau khi được công bố, đã thậm chí không thành công như lí thuyết hạt đối thủ trong giải quyết các hiệu ứng phân cực một nguyên nhân cơ bản của khủng hoảng quang học. Đôi khi thực hành lỏng lẻo hơn đặc trưng cho nghiên cứu khác thường sẽ tạo ra một ứng viên lúc đầu không giúp chút nào các vấn đề đã gây ra khủng hoảng. Khi điều đó xảy ra, bằng chứng phải được rút ra từ các phần khác của lĩnh vực như nó thường là dù sao đi nữa. Ở các lĩnh vực khác đó các lí lẽ đặc biệt thuyết phục có thể được trình bày nếu

khung mẫu mới cho phép tiên đoán các hiện tượng đã hoàn toàn không bị nghi ngờ trong khi khung mẫu cũ thịnh hành.

Lí thuyết Copernicus, chẳng hạn, đã gợi ý rằng các hành tinh phải giống trái đất, rằng sao kim phải cho thấy các pha, và vũ trụ phải bao la hơn nhiều so với trước kia được cho là. Như một kết quả, sáu năm sau cái chết của ông khi kính thiên văn đột nhiên cho thấy núi non trên mặt trăng, các pha của sao Kim, và vô số các sao trước kia không bị nghi ngờ, các quan sát đó đã mang lại cho lí thuyết rất nhiều người theo, đặc biệt giữa những người không là nhà thiên văn học.[141] Trong trường hợp của lí thuyết sóng, một nguồn chủ yếu của sự cải biến chuyên nghiệp thậm chí còn đầy kịch tính hơn. Sự kháng cự Pháp đột ngột sụp đổ và tương đối hoàn toàn khi Fresnel đã có khả năng trình bày và giải thích sự tồn tại của một đốm trắng ở trung tâm của bóng của một chiếc đĩa tròn. Đó là một hiệu ứng mà thậm chí không phải ông là người đã dự kiến trước mà chính Poisson, một trong các đối thủ của ông lúc ban đầu, đã chứng tỏ là tất yếu dù là hệ quả ngớ ngẩn của lí thuyết Fresnel.[142] Bởi vì giá trị gây sốc của chúng và bởi vì chúng đã không "được cấy vào" lí thuyết mới một cách hiển nhiên đến vậy từ lúc đầu, các lí lẽ như thế này tỏ ra đặc biệt thuyết phục. Và đôi khi sức mạnh thêm đó có thể được khai thác thậm chí qua hiện tượng đang được bàn đã được quan sát từ lâu trước khi lí thuyết giải thích cho nó lần đầu tiên được đưa ra. Thí dụ, Einstein có vẻ đã không dự kiến trước rằng thuyết tương đối rộng có thể giải thích với độ chính xác cho dị thường được mọi người biết đến về chuyển động của điểm gần mặt trời của sao Thuỷ, và ông đã nếm mùi thắng lợi khi nó đã làm được vậy.[143]

Tất cả các lí lẽ cho một khung mẫu mới được thảo luận đến đây đã dựa trên khả năng so sánh của các đối thủ về giải quyết các vấn đề. Đối với các nhà khoa học các lí lẽ đó thường là quan trọng và thuyết phục nhất. Các thí dụ trên không để lại nghi ngờ nào về nguồn của sức cuốn hút bao la của chúng. Nhưng, vì các lí do mà chúng ta sẽ trở lại ngay, chúng hấp dẫn một cách không riêng biệt cũng chẳng chung. May là cũng có loại cân nhắc khác có thể dẫn các nhà khoa học đến loại bỏ một khung mẫu cũ để ủng hộ một khung mẫu mới. Các lí lẽ này, hiếm khi được trình bày một cách tường minh, lôi cuốn cảm nhận thích hợp hay thẩm mĩ – lí thuyết mới được cho là "đẹp hơn", "hợp hơn", hay "đơn giản hơn" lí thuyết cũ. Có lẽ các lí lẽ như vậy là ít hiệu quả trong các khoa học hơn trong toán học. Các phiên bản ban đầu của hầu hết các khung mẫu đều thô. Đến lúc sự lôi cuốn thẩm mĩ đầy đủ của chúng có thể được phát triển, hầu hết cộng đồng đã được thuyết phục bởi các cách thức khác. Tuy nhiên, tầm quan trọng của những cân nhắc thẩm mĩ đôi khi có thể là quyết định. Tuy chúng thường thu hút ít nhà khoa học đến với một lí thuyết mới, chính vào số ít người ấy mà chiến thắng cuối cùng của nó phụ thuộc. Nếu họ không nhận nó một cách nhanh chóng vì các lí do rất cá nhân, thì ứng viên mới cho khung mẫu có thể chẳng bao giờ được phát triển đủ để thu hút lòng trung thành của toàn bộ cộng đồng khoa học.

Để thấy lí do cho tầm quan trọng của các cân nhắc chủ quan hơn và thẩm mĩ này, hãy nhớ một tranh luận khung mẫu là về cái gì. Khi một ứng viên cho khung mẫu lần đầu được đề xuất, nó hiếm khi giải quyết nhiều hơn vài vấn đề đối mặt với nó, và hầu hết các lời giải đó vẫn còn xa mới hoàn hảo. Cho đến Kepler, lí thuyết Copernican hầu như không cải thiện các tiên đoán về vị trí hành tinh của Ptolemy. Khi Lavoisier nhận ra oxy như "bản thân không khí nguyên chất," lí thuyết mới của ông đã không thể đối phó chút nào với các vấn đề do sự sinh sôi nhanh của các loại khí mới, một điểm Priesley đã dùng với thành công to lớn trong phản công của mình. Các trường hợp như điểm trắng của Fresnel là cực kì hiếm. Thông thường, chỉ muộn hơn nhiều, sau khi khung mẫu mới đã được phát triển, được chấp nhận, và được khai thác thì các lí lẽ hình như quyết định đó – con lắc Foucault để chứng minh sự quay của trái đất hay thí nghiệm Frizeau để cho thấy tỏ ánh sáng chuyển động trong không khí nhanh hơn trong nước – mới được phát triển. Tạo ra chúng là một phần của khoa học thông thường, và vai trò của chúng không phải là trong tranh luận khung mẫu mà trong các sách giáo khoa sau khung mẫu.

Trước khi các sách đó được viết, trong khi tranh luận tiếp diễn, tình hình là rất khác. Thường thường các đối thủ của một khung mẫu mới có thể cho một cách hợp pháp rằng ngay cả trong lĩnh vực bị khủng

hoảng nó chẳng mấy khá hơn đối thủ truyền thống của nó. Tất nhiên, nó giải quyết một số vấn đề tốt hơn, tiết lộ một số sự đều đặn mới. Nhưng khung mẫu cũ có lẽ có thể được trình bày rõ hơn để thoả mãn các thách thức này như nó đã thoả mãn các thách thức khác trước đó. Cả hệ thống thiên văn học địa tâm của Tycho và phiên bản muộn hơn của thuyết nhiên tố là các đáp ứng lại các thách thức do một ứng viên khung mẫu mới gây ra, và cả hai đều khá thành công.[144] Ngoài ra, những người bảo vệ lí thuyết và thủ tục truyền thống hầu như luôn có thể chỉ ra các vấn đề mà đối thủ mới của nó đã không giải được nhưng từ quan điểm của họ chẳng là vấn đề gì cả. Cho đến khi phát minh ra cấu tạo của nước, sự cháy của hydrô đã là một lí lẽ mạnh cho lí thuyết nhiên tố và chống lại lí thuyết Lavoisier. Và sau khi lí thuyết oxy đã chiến thắng, nó vẫn chưa thể giải thích sự pha chế của một khí có thể đốt cháy từ cácbon, một hiện tượng mà các nhà nhiên tố đã chỉ ra như sự ủng hộ mạnh mẽ cho quan điểm của họ.[145] Ngay cả trong lĩnh vực bị khủng hoảng, sự cân bằng của các lí lẽ và phản lí lẽ đôi khi quả thực có thể rất sít sao. Và ngoài lĩnh vực đó cán cân sẽ thường nghiêng hẳn về phía truyền thống. Copernicus đã phá huỷ một sự giải nghĩa được tôn trọng lâu đời về chuyển động trái đất mà không thay thế nó; Newton cũng làm đúng thế đối với một sự giải thích cổ hơn về hấp dẫn, Lavoisier đối với các tính chất chung của kim loại, và v.v. Tóm lại, nếu một ứng viên mới cho khung mẫu giả như phải được đánh giá từ đầu bởi những người không thiện cảm chỉ xem xét khả năng giải vấn đề so sánh, thì khoa học có thể trải nghiệm rất ít cuộc cách mạng lớn. Cộng thêm các phản lí lẽ do cái chúng ta gọi là tính không thể so sánh của các khung mẫu gây ra, thì các khoa học có thể chẳng trải qua cách mạng nào cả.

Nhưng các tranh luận khung mẫu thực sự không phải là về khả năng tương đối về giải vấn đề, tuy vì các lí do chính đáng chúng thường thường được diễn tả bằng các từ đó. Thay vào đó, vấn đề là trong tương lai khung mẫu nào sẽ hướng dẫn nghiên cứu về các vấn đề mà nhiều trong số chúng chẳng đối thủ cạnh tranh nào có thể cho rằng đã giải quyết hoàn toàn. Cần đến một quyết định giữa những cách thực hành khoa học luân phiên, và trong hoàn cảnh mà quyết định phải dựa ít vào thành tựu quá khứ hơn vào sự hứa hẹn tương lai. Người đi theo một khung mẫu mới ở giai đoạn ban đầu phải thường là vậy bất chấp bằng chứng do việc giải vấn đề cung cấp. Tức là, ông ta phải có niềm tin rằng khung mẫu mới sẽ thành công với nhiều vấn đề lớn mà nó đối mặt, chỉ biết rằng khung mẫu cũ đã thất bại với vài trong số đó. Một quyết định loại đó chỉ có thể được lấy dựa vào niềm tin.

Đó là một lí do vì sao khủng hoảng trước tỏ ra quan trọng đến vậy. Các nhà khoa học không trải nghiệm nó sẽ hiếm khi từ bỏ bằng chứng không thể bác bỏ được về giải vấn đề để theo cái có thể dễ chứng minh và được coi một cách rộng rãi như một con ma trơi. Nhưng chỉ riêng khủng hoảng là không đủ. Cũng phải có một cơ sở, tuy nó chẳng cần là duy lí cũng không cần là đúng cuối cùng, cho niềm tin vào ứng viên cá biệt được chọn. Cái gì đó phải khiến cho vài nhà khoa học cảm thấy rằng đề xuất mới là đúng hướng, và đôi khi chỉ những cân nhắc cá nhân và thẩm mĩ không thể diễn đạt rõ mới có thể làm việc đó. Nhiều người đã được chúng cải biến ở những thời kì khi hầu hết các lí lẽ kĩ thuật có thể diễn đạt rõ chỉ về hướng khác. Khi đầu tiên được đưa ra, cả lí thuyết thiên văn học của Copernicus lẫn lí thuyết về vật chất của De Broglie đã không có nhiều lí do hấp dẫn đáng kể khác. Thậm chí ngày nay lí thuyết tương đối rộng của Einstein lôi cuốn nhiều người chủ yếu vì lí do thẩm mĩ, một sự quyến rũ mà ít người ngoài lĩnh vực toán học có khả năng cảm nhận.

Điều này không ngụ ý rằng các khung mẫu mới chiến thắng cuối cùng thông qua mĩ học thần bí nào đó. Ngược lại, rất ít người rời bỏ một truyền thống vì riêng các lí do này. Thường những người làm vậy hoá ra là đã bị lạc lối. Nhưng nếu một khung mẫu có bao giờ thắng nó phải có được một số người ủng hộ, những người sẽ phát triển nó đến điểm nơi có thể đưa ra và làm tăng nhiều các lí lẽ cứng đầu. Và thậm chí các lí lẽ đó, khi chúng đến, không có tính quyết định riêng rẽ. Bởi vì các nhà khoa học là những người biết điều, lí lẽ này hay lí lẽ kia cuối cùng sẽ thuyết phục nhiều người trong số họ. Thay cho một sự cải biến nhóm đơn nhất, cái xảy ra là một sự dịch chuyển ngày càng tăng về phân bố của lòng trung thành nghề nghiệp.

Lúc đầu một ứng viên mới cho khung mẫu có thể có ít người ủng hộ, và thỉnh thoảng các động cơ của

những người ủng hộ có thể đáng ngờ. Tuy nhiên, nếu họ có đủ khả năng, họ sẽ cải thiện nó, khai thác các khả năng của nó, và cho thấy sẽ là thế nào để thuộc về cộng đồng do nó hướng dẫn. Và khi điều đó tiếp diễn, nếu khung mẫu là cái dự kiến thắng cuộc chiến của nó, thì số lượng và sức mạnh của các lí lẽ thuyết phục ủng hộ nó sẽ tăng. Khi đó nhiều nhà khoa học sẽ được cải biến, và sự khảo sát tỉ mỉ khung mẫu mới sẽ tiếp tục. Dần dần số các thí nghiệm, công cụ, bài báo, và sách dựa trên khung mẫu sẽ tăng lên nhiều lần. Nhiều người hơn nữa, tin chắc vào tính có kết quả của quan điểm mới, sẽ chấp nhận phương thức mới để thực hành khoa học thông thường, cho đến cuối cùng chỉ còn vài người kiên trung già nua. Và ngay cả họ, chúng ta không thể nói, là sai. Tuy sử gia luôn có thể tìm thấy những người- Priesley, chẳng hạn- đã không biết điều để phản kháng lâu đến mức họ có thể, ông ta sẽ chẳng thấy một điểm mà tại đó sự kháng cự trở thành phi logic hay phi khoa học. Nhiều nhất ông ta có thể nói rằng người tiếp tục kháng cự sau khi toàn bộ chuyên ngành đã được cải biến, đã *ipso facto* [tự bản thân mình] ngừng là một nhà khoa học.

XIII. Tiến bộ qua các cuộc Cách mạng

Các trang trước đã đưa mô tả giản lược của tôi về sự phát triển khoa học đi xa đến mức có thể trong tiểu luận này. Tuy nhiên, chúng không thể hoàn toàn cung cấp một kết luận. Nếu mô tả này có tóm được cấu trúc cơ bản của sự tiến hoá liên tục của khoa học một chút nào, nó đồng thời đặt ra một vấn đề đặc biệt: Vì sao công việc làm khoa học được phác hoạ ở trên lại chuyển động đều đặn về phía trước theo những cách mà, nghệ thuật, lí thuyết chính trị, hay triết học chẳng hạn, lại không? Vì sao sự tiến bộ lại là đặc quyền dành hầu như riêng cho các hoạt động mà chúng ta gọi là khoa học? Các câu trả lời thông thường nhất cho câu hỏi đó bị từ chối trong thân bài tiểu luận này. Chúng ta phải kết thúc bằng hỏi liệu có tìm được cái thay thế hay không.

Để ý ngay rằng một phần của câu hỏi là hoàn toàn về ngữ nghĩa. Ở chừng mực rất lớn từ 'khoa học' được dành cho các lĩnh vực có tiến bộ theo những cách hiển nhiên. Không ở đâu điều này tỏ ra rõ ràng hơn như trong các tranh luận hiện thời về liệu một khoa học xã hội đương thời này hay kia thực sự có là một khoa học hay không. Các tranh luận này có sự tương tự trong các thời kì trước khung mẫu của các lĩnh vực ngày nay được gắn nhãn khoa học một cách không do dự. Từ đầu đến cuối vấn đề bề ngoài của chúng là một định nghĩa của thuật ngữ gây nhiều tranh cãi đó. Người ta lí lẽ rằng tâm lí học, chẳng hạn, là một khoa học bởi vì nó có các đặc tính thế này thế nọ. Những người khác phản lại rằng các đặc tính đó chẳng cần thiết cũng không đủ để biến một lĩnh vực thành một khoa học. Thường rất nhiều năng lực được đầu tư, đam mê to lớn được khêu gợi, và người ngoài thì bối rối để biết vì sao. Rất nhiều có thể phụ thuộc vào một *định nghĩa* của 'khoa học'? Một định nghĩa có thể nói cho một người liệu anh ta có là nhà khoa học hay không? Nếu vậy, vì sao các nhà khoa học tự nhiên hay các nghệ sĩ không lo lắng về định nghĩa của thuật ngữ? Chắc hẳn người ta nghi rằng vấn đề là cơ bản hơn. Có lẽ các câu hỏi như sau thực sự được hỏi: Vì sao lĩnh vực của tôi lại không tiến lên phía trước như vật lí học chẳng hạn? Những thay đổi nào về kĩ thuật hay phương pháp hay ý thức hệ khiến nó có thể làm như vậy? Đấy, tuy vậy, không phải là các câu hỏi có thể đáp ứng cho một sự đồng ý về định nghĩa. Hơn nữa, nếu tiền lệ từ các khoa học tự nhiên thích hợp, chúng sẽ ngưng là nguồn lo lắng không phải khi một định nghĩa được tìm thấy, mà là khi các nhóm bây giờ nghi ngờ tình trạng riêng của họ đạt được đồng thuận về các thành tựu quá khứ và hiện tại của họ. Có thể, thí dụ là quan trọng rằng các nhà kinh tế lí lẽ ít về liệu lĩnh vực của họ có là một khoa học hơn những người thực hành các lĩnh vực khác nào đó của khoa học xã hội. Có phải đó là vì các nhà kinh tế biết khoa học là gì không? Hay đúng hơn các nhà kinh tế biết cái mà họ đồng ý?

Điểm đó có một đảo đề, tuy không còn đơn giản mang tính ngữ nghĩa, cái có thể giúp bày tỏ các mối quan hệ không thể gỡ ra được giữa các quan niệm của chúng ta về khoa học và tiến bộ. Trong nhiều thế kỉ, trong thời cổ và lại nữa trong Châu Âu hiện đại lúc ban đầu, hội hoạ đã được coi như *là* môn học luỹ tích. Trong những năm đó mục tiêu của nghệ sĩ được cho là miêu tả. Các nhà phê bình và sử gia, như Pliny và Vasari, khi đó đã ghi chép với sự sùng kính hàng loạt các sáng chế từ việc vẽ thu gọn lại đến sự phối màu sáng tối, những sáng chế đã làm cho việc miêu tả tự nhiên hoàn hảo hơn một cách lần lượt là có thể.[146] Song đó cũng là những năm, đặc biệt trong thời Phục Hưng, khi cảm thấy ít có sự chia tách giữa khoa học và nghệ thuật. Leonardo đã chỉ là một trong nhiều người lui tới một cách thoải mái giữa các lĩnh vực mà chỉ muộn hơn trở nên khác biệt dứt khoát.[147] Hơn nữa, thậm chí sau khi sự trao đổi đều đều đó đã ngưng, thuật ngữ 'nghệ thuật' vẫn tiếp tục được dùng nhiều cho công nghệ và nghề thủ công, những cái cũng được coi như có tiến bộ, như cho hội hoạ và điêu khắc. Chỉ khi các lĩnh vực sau dứt khoát từ bỏ sự miêu tả như mục tiêu của chúng và bắt đầu học lần nữa từ các mô hình sơ đẳng thì sự chia tách mà bây giờ chúng ta cho là dĩ nhiên mới có bất cứ cái gì giống bề sâu hiện tại của nó. Và ngay cả hiện nay, để chuyển lĩnh vực một lần nữa, một phần của khó khăn của chúng ta về nhìn thấy các khác biệt sâu sắc giữa khoa học và công nghệ phải liên quan đến sự thực rằng sự tiến bộ là một thuộc tính hiển nhiên của cả hai lĩnh vực.

Tuy vậy, nó có thể làm rõ, chứ không giải được khó khăn hiện tại của chúng ta để nhận ra là ta có khuynh hướng nhìn như khoa học bất cứ lĩnh vực nào trong đó tiến bộ là rõ rệt. Vẫn còn vấn đề về hiểu vì sao tiến

bộ phải là một đặc trưng đáng chú ý đến vậy của một việc làm được tiến hành với các kĩ thuật và mục tiêu mà tiểu luận này mô tả. Câu hỏi đó tỏ ra là nhiều trong một, và ta sẽ phải xem xét mỗi trong số chúng một cách tách biệt. Trong mọi trường hợp trừ trường hợp cuối cùng, tuy vậy, lời giải của chúng sẽ phụ thuộc một phần vào một sự đảo ngược quan điểm thông thường của chúng ta về quan hệ giữa hoạt động khoa học và cộng đồng thực hành nó. Ta phải học để nhận ra như các nguyên nhân cái thông thường vẫn được coi là kết quả. Nếu ta có thể làm điều đó, các lối nói 'sự tiến bộ khoa học' và thậm chí 'tính khách quan khoa học' có thể có vẻ một phần là thừa. Thực ra, một khía cạnh của sự thừa đã vừa được minh hoạ. Một lĩnh vực có tiến bộ bởi vì nó là khoa học, hay nó là khoa học bởi vì nó tiến bộ?

Bây giờ hỏi vì sao một công việc như khoa học thông thường phải tiến bộ, và bắt đầu bằng nhớ lại vài trong các đặc trưng nổi bật nhất của nó. Thông thường, các thành viên của một cộng đồng khoa học trưởng thành làm việc từ một khung mẫu đơn nhất hay từ một tập [khung mẫu] có quan hệ mật thiết. Rất hiếm khi các cộng đồng khoa học khác nhau khảo sát cùng các vấn đề. Trong các trường hợp đặc biệt đó các nhóm coi vài khung mẫu chủ yếu là chung. Tuy vậy, xét từ bên trong bất cứ cộng đồng đơn nhất nào của các nhà khoa học hay người không làm khoa học, kết quả của công việc sáng tạo thành công *là* sự tiến bộ. Làm sao nó có thể là bất cứ thứ gì khác? Thí dụ, ta vừa lưu ý rằng khi các nghệ sĩ nhắm tới miêu tả như mục tiêu của họ, cả các nhà phê bình lẫn các sử gia đã ghi chép sự tiến bộ của nhóm hình như được thống nhất đó. Các lĩnh vực sáng tạo khác biểu lộ sự tiến bộ cùng loại. Nhà thần học người trình bày rõ hơn giáo lí hay nhà triết học người trau chuốt các mệnh lệnh Kantian đóng góp cho sự tiến bộ, cho dù chỉ cho nhóm chia sẻ các tiền đề của ông ta. Không trường phái sáng tạo nào thừa nhận một loại công việc, một mặt, là một thành công sáng tạo, nhưng, mặt khác, lại không là một sự thêm vào thành tựu tập thể của nhóm. Nếu chúng ta nghi ngờ, như nhiều người nghi ngờ, rằng các lĩnh vực phi-khoa học có tiến bộ, điều đó là không thể bởi vì các trường phái riêng không tạo ra gì. Đúng hơn, nó phải là bởi vì luôn có các trường phái cạnh tranh, mỗi trong số chúng liên tục chất vấn chính nền tảng của các trường phái khác. Người lí lẽ rằng triết học, chẳng hạn, không tiến bộ gì, là nhấn mạnh rằng vẫn có các Aristotlian, không phải rằng thuyết Aristotle đã không phát triển.

Các nghi ngờ này về sự tiến bộ, tuy vậy, cũng nảy sinh trong khoa học nữa. Suốt thời kì trước-khung mẫu khi có vô số các trường phái cạnh tranh, rất khó tìm thấy bằng chứng về tiến bộ, trừ bên trong các trường phái. Đấy là thời kì được mô tả ở Mục II như thời kì trong đó các cá nhân thực hành khoa học, nhưng các kết quả của công việc của họ không thêm cho khoa học như chúng ta biết nó. Và lại nữa, ở các giai đoạn cách mạng khi các nguyên lí cơ bản của một lĩnh vực lại một lần nữa bị tranh cãi, những nghi ngờ được bày tỏ lặp đi lặp lại nhiều lần về chính khả năng của sự tiến bộ tiếp tục nếu khung mẫu này hay khung mẫu kia trong số các khung mẫu bị phản đối được chấp nhận. Những người từ chối thuyết Newton đã tuyên bố rằng việc nó dựa vào các lực nội tại sẽ đưa khoa học trở lại đêm trường Trung Cổ. Những người phản đối hoá học của Lavoisier đã cho rằng sự từ bỏ "các nguyên lí" hoá học ủng hộ các nguyên tố phòng thí nghiệm đã là sự từ bỏ sự giải thích đã đạt được về hoá học bởi những người trốn tránh chỉ trên danh nghĩa. Tuy được bày tỏ ôn hoà hơn, một cảm giác tương tự có vẻ nhấn mạnh sự phản đối của Einstein, Bohm, và những người khác, đối với diễn giải xác suất chi phối cơ học lượng tử. Tóm lại, chỉ ở các giai đoạn của khoa học thông thường sự tiến bộ có vẻ là cả hiển nhiên lẫn được đảm bảo. Ở các thời kì đó, tuy vậy, cộng đồng khoa học không thể nhìn các thành quả của công việc của nó theo cách nào khác.

Đối với khoa học thông thường, thì, một phần của câu trả lời cho vấn đề tiến bộ nằm đơn giản trong mắt của người xem. Tiến bộ khoa học không phải là loại khác với tiến bộ ở các lĩnh vực khác, nhưng sự thiếu vắng các trường phái cạnh tranh nghi ngờ các mục tiêu và các chuẩn mực của nhau trong hầu hết thời gian làm cho sự tiến bộ của một cộng đồng khoa học thông thường dễ nhìn thấy hơn nhiều. Đó, tuy vậy, chỉ là một phần của câu trả lời và không hề là phần quan trọng nhất. Thí dụ, chúng ta đã lưu ý rồi là một khi sự chấp nhận một khung mẫu chung đã giải phóng cộng đồng khoa học khỏi nhu cầu phải liên tục xét lại các nguyên lí cơ bản của nó, các thành viên của cộng đồng đó có thể tập trung chỉ riêng vào cái tinh tế nhất và

bí truyền nhất trong các hiện tượng liên quan đến nó. Chắc hẳn, điều đó có làm tăng cả sự hữu hiệu và hiệu suất của nhóm như một tổng thể giải các vấn đề mới. Các khía cạnh khác của đời sống chuyên nghiệp trong các khoa học tăng cường chính hiệu suất đặc biệt này lên thêm nữa.

Vài trong số này là hệ quả của sự cách li vô song của các cộng đồng khoa học trưởng thành khỏi các đòi hỏi của người ngoài và của cuộc sống thường nhật. Sự cách li đó chẳng bao giờ là hoàn toàn – ta đang bàn về mức độ. Tuy nhiên, không có cộng đồng chuyên nghiệp khác nào trong đó công trình sáng tạo cá nhân lại chỉ dành riêng cho và được đánh giá bởi các thành viên khác của chuyên ngành. Người bí truyền nhất trong các nhà thơ hay người trừu tượng nhất trong các nhà thần học quan tâm hơn nhà khoa học nhiều đến sự chấp thuận của giới không chuyên đối với công trình sáng tạo của mình, tuy anh ta có thể thậm chí ít quan tâm hơn đến sự chấp thuận nói chung. Sự khác biệt đó tỏ ra do hậu quả. Chính vì anh ta làm việc chỉ cho cử toạ đồng nghiệp- những người nghe, đọc chia sẻ các giá trị và lòng tin riêng của anh tanhà khoa học có thể coi một tập duy nhất của các chuẩn mực là dĩ nhiên. Anh ta không cần lo về cái nhóm hay trường phái khác nào đó sẽ nghĩ và vì thế có thể vứt bỏ một vấn đề và nhảy sang vấn đề tiếp nhanh hơn người làm việc cho một nhóm không chính thống hơn. Thậm chí quan trọng hơn, sự cách li của cộng đồng khoa học khỏi xã hội cho phép cá nhân các nhà khoa học tập trung sự chú ý của mình vào các vấn đề mà anh ta có lí do chính đáng để tin là mình có khả năng giải quyết. Không giống kĩ sư, và nhiều bác sĩ, và hầu hết các nhà thần học, nhà khoa học không cần chọn các vấn đề bởi vì chúng cấp thiết cần lời giải và không để ý đến các công cụ sẵn có để giải quyết chúng. Cả về khía cạnh này nữa, sự tương phản giữa các nhà khoa học tự nhiên và nhiều nhà khoa học xã hội tỏ ra là bài học bổ ích. Các người sau thường có khuynh hướng, khi những người trước hầu như chẳng bao giờ, bảo vệ sự lựa chọn vấn đề nghiên cứu của họ- thí dụ, các ảnh hưởng của sự phân biệt chủng tộc hay các nguyên nhân của chu kì kinh doanh – chủ yếu dưới dạng tầm quan trọng xã hội của việc đạt một giải pháp. Người ta kì vọng nhóm nào sẽ giải quyết các vấn đề với tốc độ nhanh hơn?

Hiệu quả của sự cách li khỏi xã hội rộng hơn rất được tăng cường bởi một đặc trưng khác của cộng đồng khoa học chuyên nghiệp, bản tính của sự nhập môn giáo dục của nó. Về âm nhạc, nghệ thuật đồ hoạ, và văn học, người hành nghề có được sự giáo dục của mình bằng sự đặt ra trước các tác phẩm của các nghệ sĩ khác, chủ yếu các nghệ sĩ sớm hơn. Các sách giáo khoa, trừ bản tóm tắt hay các sổ tay cho sáng tạo độc đáo, chỉ có vai trò thứ yếu. Về lịch sử, triết học, và các khoa học xã hội, sách giáo khoa có một tầm quan trọng lớn hơn. Nhưng ngay cả trong các lĩnh vực này giáo trình cơ bản ở học viện sử dụng song song việc đọc các nguồn gốc, vài trong số chúng là “kinh điển” của lĩnh vực, số khác là các báo cáo nghiên cứu đương thời do những người hành nghề viết cho nhau. Kết quả là, sinh viên trong bất cứ môn nào trong các môn học này liên tục biết về sự đa dạng bao la của các vấn đề mà các thành viên của nhóm tương lai của anh ta, theo diễn tiến thời gian, thử giải quyết. Thậm chí quan trọng hơn, anh ta liên tục có trước ặt mình một số các lời giải cạnh tranh nhau và không thể so sánh được với nhau cho các vấn đề này, các lời giải cuối cùng anh ta phải đánh giá cho chính mình.

Tương phản tình hình này với tình hình chí ít trong các khoa học tự nhiên đương thời. Trong các lĩnh vực này nghiên cứu sinh chủ yếu dựa vào các sách giáo khoa cho đến khi, trong công trình năm thứ ba hay thứ tư của mình, anh ta bắt đầu nghiên cứu riêng của mình. Nhiều chương trình khoa học thậm chí không yêu cầu nghiên cứu sinh đọc các tác phẩm không được viết đặc biệt cho các nghiên cứu sinh. Vài chưng trình có chỉ định đọc thêm các bài báo nghiên cứu và sách chuyên khảo giới hạn các chỉ định như vậy cho các cua cao cấp nhất và cho các nội dung mà các sách giáo khoa sẵn có ít nhiều bỏ qua. Cho đến chính các giai đoạn cuối cùng của việc đào tạo một nhà khoa học, các sách giáo khoa là cái thay thế có hệ thống cho văn học khoa học sáng tạo làm cho chúng có thể. Căn cứ vào sự tin tưởng vào khung mẫu của họ, khung mẫu khiến cho kĩ thuật giáo dục này có thể, ít nhà khoa học muốn thay đổi nó. Rốt cuộc, vì sao nghiên cứu sinh vật lí, chẳng hạn, phải đọc các công trình của Newton, Faraday, Einstein, hay Schrödinger, khi mọi thứ anh ta cần để biết về các công trình này được tóm tắt lại ở dạng ngắn hơn, chính xác hơn, và có hệ

thống hơn nhiều trong một số sách giáo khoa hiện đại?

Không muốn bảo vệ độ dài quá thể mà loại giáo dục này đôi khi mang lại, người ta không thể không nhận ra rằng nói chung nó cực kì có kết quả. Tất nhiên, nó là một sự giáo dục hẹp và cứng nhắc, có lẽ như thế hơn bất cứ sự giáo dục khác nào trừ có lẽ thần học chính thống. Nhưng cho công việc khoa học thông thường, cho giải câu đố bên trong truyền thống mà sách giáo khoa xác định, nhà khoa học hầu như được trang bị hoàn hảo. Vả lại, anh ta cũng được trang bị tốt cho nhiệm vụ khác nữa – gây ra các khủng hoảng quan trọng qua khoa học thông thường. Khi chúng nổi lên, nhà khoa học, tất nhiên, không được trang bị tốt ngang thế. Cho dù các khủng hoảng kéo dài có lẽ phản ánh thực tiễn giáo dục ít cứng nhắc hơn, sự đào tạo khoa học không được thiết kế khéo để tạo ra người dễ dàng khám phá ra một cách tiếp cận mới. Song chừng nào có ai đó xuất hiện với một ứng viên mới cho khung mẫu – thường là một người trẻ hay người mới đối với lĩnh vực – sự mất mát do tính cứng nhắc dồn hết chỉ cho cá nhân. Cho trước một thế hệ mang lại sự thay đổi, tính cứng nhắc cá nhân là tương thích với một cộng đồng có thể chuyển đột ngột từ khung mẫu này sang khung mẫu kia khi nhu cầu đòi hỏi. Đặc biệt, nó tương thích khi chính tính cứng nhắc đó cung cấp cho cộng đồng một chỉ báo nhạy cảm rằng đã có cái gì đó sai.

Trong trạng thái bình thường của nó, khi đó, một cộng đồng khoa học là một công cụ cực kì hiệu quả cho giải quyết các vấn đề hay giải các câu đố mà khung mẫu của nó xác định. Hơn nữa, kết quả của giải các vấn đề đó phải chắc hẳn là tiến bộ. Không có vấn đề gì ở đây cả. Nhìn thấy ngần ấy, tuy vậy, chỉ nêu bật phần chủ yếu thứ hai của vấn đề tiến bộ trong các khoa học. Vì thế hãy quay sang nó và hỏi về sự tiến bộ qua khoa học khác thường. Vì sao sự tiến bộ cũng là cái đi kèm hình như phổ quát của các cuộc cách mạng khoa học? Lại một lần nữa, có nhiều để học bằng cách hỏi kết quả của một cuộc cách mạng có thể là gì khác. Các cuộc cách mạng kết thúc với một thắng lợi hoàn toàn cho một trong hai phe đối lập nhau. Nhóm đó có bao giờ nói rằng kết quả của thắng lợi của nó là cái gì đó ít hơn sự tiến bộ? Điều đó sẽ đúng hơn như thừa nhận rằng họ đã sai và đối thủ của họ đúng. Đối với họ, chí ít, kết quả của cách mạng phải là tiến bộ, và họ ở vị thế tuyệt vời để đảm bảo chắc rằng các thành viên tương lai của cộng đồng của họ sẽ nhìn lịch sử quá khứ theo cùng cách. Mục XI đã mô tả chi tiết các kĩ thuật theo đó điều này được thực hiện, và ta vừa trở lại một khía cạnh liên quan mật thiết của đời sống khoa học chuyên nghiệp. Khi nó từ bỏ một khung mẫu quá khứ, một cộng đồng khoa học đồng thời không theo hầu hết các sách giáo khoa và các bài báo trong đó khung mẫu ấy được hiện thân, như một chủ đề phù hợp cho nghiên cứu chuyên sâu cẩn thận. Giáo dục khoa học không dùng sự tương đương cho viện bảo tàng nghệ thuật hay thư viện các tác phẩm kinh điển, và kết quả là sự bóp méo đôi khi rất nghiêm trọng về cảm nhận của nhà khoa học về quá khứ của môn học của anh ta. Nhiều hơn những người thực hành các lĩnh vực sáng tạo khác, anh ta đi đến thấy nó như dẫn theo đường thẳng đến ưu thế hiện tại của môn học. Tóm lại, anh ta đi đến thấy nó như sự tiến bộ. Không có lựa chọn khả dĩ nào sẵn có cho anh ta khi anh ta vẫn ở trong lĩnh vực.

Chắc hẳn các nhận xét đó sẽ gợi ý rằng thành viên của một cộng đồng khoa học trưởng thành, giống nhân vật điển hình của [tác phẩm] *1984* của Orwell, là nạn nhân của một lịch sử được viết lại bởi những kẻ nắm quyền. Vả lại, sự gợi ý đó hoàn toàn không phải không thích hợp. Có những mất mát cũng như lợi lộc trong các cuộc cách mạng khoa học, và các nhà khoa học có khuynh hướng đặc biệt mù với cái trước.[148] Mặt khác, không giải thích nào về tiến bộ qua các cuộc cách mạng có thể dừng lại ở điểm này. Làm như vậy sẽ là ngụ ý rằng trong các khoa học kẻ mạnh làm ra lẽ phải, một cách diễn đạt lại không hoàn toàn sai nếu nó không ngăn bản chất của quá trình và của quyền uy theo đó sự lựa chọn giữa các khung mẫu được đưa ra. Nếu giả như riêng quyền uy, và đặc biệt nếu là quyền uy phi chuyên môn, là quan toà của các tranh cãi khung mẫu, kết quả của các cuộc tranh cãi đó vẫn có thể là cách mạng, song sẽ không là cách mạng *khoa học*. Chính sự tồn tại của khoa học phụ thuộc vào sự trao quyền lựa chọn giữa các khung mẫu cho các thành viên của một loại cộng đồng đặc biệt. Tính đặc biệt thế nào cộng đồng đó phải là nếu muốn khoa học sống sót và phát triển có thể được biểu lộ bởi tính rất mong manh của ảnh hưởng của loài người đến hoạt động khoa học. Mỗi nền văn minh mà ta có hồ sơ đã có một công nghệ, một nghệ thuật, một tôn giáo, một

hệ thống chính trị, pháp luật, và v.v. Trong nhiều trường hợp các mặt đó của nền văn minh đã phát triển như của riêng chúng ta. Song chỉ các nền văn minh bắt nguồn từ Hy Lạp Cổ có nhiều hơn khoa học sơ đẳng nhất. Khối tri thức khoa học là sản phẩm của Châu Âu trong bốn thế kỉ vừa qua. Không chỗ nào và thời kì nào khác đã cổ vũ các cộng đồng rất đặc biệt từ đó hiệu suất khoa học bắt nguồn.

Các đặc trưng cơ bản của các cộng đồng này là gì? Hiển nhiên, chúng cần nghiên cứu nhiều hơn rất nhiều. Trong lĩnh vực này chỉ có thể có những khái quát hoá mang tính thăm dò nhất, chưa dứt khoát nhất. Tuy nhiên, một số các điều kiện tất yếu cho tư cách thành viên trong một nhóm khoa học chuyên nghiệp phải là rõ một cách nổi bật rồi. Nhà khoa học phải, chẳng hạn, quan tâm đến giải quyết các vấn đề về ứng xử của tự nhiên. Ngoài ra, tuy mối quan tâm của anh ta đến tự nhiên có thể là bao trùm trong phạm vi của nó, các vấn đề mà anh ta làm việc phải là các vấn đề về chi tiết. Quan trọng hơn, các lời giải làm anh ta thoả mãn có thể không chỉ có tính cá nhân mà thay vào đó phải được nhiều người chấp nhận như các lời giải. Nhóm chia sẻ chúng, tuy vậy, có thể không phải được rút ra ngẫu nhiên từ toàn bộ xã hội, mà đúng hơn là cộng đồng được xác định rõ của các bạn đồng nghiệp của nhà khoa học. Một trong những qui tắc mạnh nhất, nếu như vẫn không thành văn, của đời sống khoa học là sự cấm cầu khẩn đến các nguyên thủ quốc gia hay đến công chúng rộng rãi trong các vấn đề khoa học. Sự thừa nhận sự tồn tại của một nhóm chuyên môn có trình độ duy nhất và chấp nhận vai trò của nó như quan toà độc nhất của thành tích chuyên nghiệp có các ngụ ý thêm. Các thành viên của nhóm, như các cá thể và do đức hạnh của sự đào tạo chung và kinh nghiệm của họ, phải được coi như những người sở hữu duy nhất của các quy tắc chơi hay của cơ sở tương đương nào đó cho các đánh giá dứt khoát. Đi nghi ngờ rằng họ chia sẻ cơ sở nào đó như vậy để đánh giá sẽ là đi thừa nhận sự tồn tại của các chuẩn mực không tương thích về thành tựu khoa học. Sự thú nhận đó sẽ chắc hẳn làm nảy sinh sự nghi ngờ liệu chân lí trong các khoa học có thể là một.

Danh mục nhỏ về các đặc trưng chung cho các cộng đồng khoa học được rút ra hoàn toàn từ thực hành khoa học thông thường, và nó phải thế. Đó là hoạt động mà nhà khoa học thông thường được đào tạo. Tuy vậy, lưu ý rằng bất chấp kích thước nhỏ của nó danh mục này là đủ để tách hẳn các cộng đồng như vậy khỏi tất cả các nhóm chuyên nghiệp khác rồi. Và lưu ý thêm rằng bất chấp nguồn của nó là từ khoa học thông thường danh mục giải thích nhiều đặc tính của phản ứng của nhóm trong các cuộc cách mạng và đặc biệt trong các tranh luận khung mẫu. Chúng ta đã quan sát rồi rằng một nhóm thuộc loại này phải thấy một sự thay đổi khung mẫu như sự tiến bộ. Bây giờ chúng ta có thể nhận ra rằng cảm nhận này, trong các khía cạnh quan trọng, là tự-thoả mãn. Cộng đồng khoa học là một công cụ vô cùng có hiệu quả để tối đa hoá số lượng và sự chính xác của vấn đề được giải quyết quan thay đổi khung mẫu.

Bởi vì đơn vị của thành tựu khoa học là vấn đề đã được giải quyết và vì nhóm biết kĩ các vấn đề nào đã được giải rồi, ít nhà khoa học sẽ dễ bị thuyết phục để chấp nhận một quan điểm lại bắt đầu nghi ngờ nhiều vấn đề đã được giải quyết trước đây. Bản thân tự nhiên phải đầu tiên làm xói mòn tính an toàn nghề nghiệp bằng làm cho các thành tựu trước có vẻ có vấn đề. Hơn nữa, thậm chí khi điều đó xảy ra và một ứng viên mới cho khung mẫu đã được gợi lên, các nhà khoa học sẽ không sẵn lòng theo nó trừ khi được thuyết phục rằng hai điều kiện quan trọng nhất được thoả mãn. Thứ nhất, ứng viên mới phải có vẻ giải quyết được vấn đề nổi bật và nói chung được thừa nhận nào đó mà không thể thoả mãn bằng cách nào khác. Thứ hai, khung mẫu mới phải hứa hẹn duy trì một phần tương đối lớn khả năng giải-vấn đề cụ thể đã được tích luỹ cho khoa học qua các khung mẫu trước. Tính mới vì tính mới không phải là một điều ao ước trong các khoa học như trong rất nhiều lĩnh vực sáng tạo khác. Kết quả là, mặc dù các khung mẫu mới hiếm khi hoặc chẳng bao giờ có tất cả các năng lực của các tiền nhiệm của chúng, chúng thường bảo toàn rất nhiều phần chụ thể nhất của thành tựu quá khứ và ngoài ra chúng luôn cho phép các giải pháp-vấn đề cụ thể thêm.

Nói ngần ấy không phải gợi ý rằng khả năng giải vấn đề hoặc là cơ sở duy nhất hoặc là cơ sở dứt khoát cho sự lựa chọn khung mẫu. Chúng ta đã nhắc đến nhiều lí do vì sao không thể có tiêu chuẩn nào thuộc loại đó rồi. Nhưng nó có gợi ý rằng một cộng đồng các chuyên gia khoa học sẽ làm mọi thứ sao cho nó có thể đảm bảo sự tăng trưởng liên tục của dữ liệu được thu thập mà nó có thể xử lí với sự chính xác và chi tiết.

Trong quá trình cộng đồng sẽ chịu những thiệt hại. Thường một số vấn đề cũ phải bị xua đuổi. Ngoài ra cách mạng thường xuyên làm hẹp phạm vi của các mối quan tâm của cộng đồng, làm tăng mức độ chuyên môn hoá của nó, và làm suy giảm sự liên lạc của nó với các nhóm khác, cả khoa học lẫn không chuyên. Mặc dù khoa học chắc chắn tăng về bề sâu, nó có thể cũng không tăng về bề rộng. Nếu nó làm vậy, bề rộng đó biểu lộ ở sự tăng nhanh của các chuyên ngành khoa học, chứ không ở phạm vi của riêng bất cứ chuyên ngành độc nhất nào. Tuy bất chấp các thiệt hại này hay thiệt hại khác đối với riêng các cộng đồng, bản chất của các cộng đồng như vậy cho một sự đảm bảo thực sự rằng cả danh mục các vấn đề được khoa học giải quyết và sự chính xác của riêng các lời giải-vấn đề sẽ tăng lên và tăng lên. Chí ít, bản chất của cộng đồng cung cấp một đảm bảo như vậy nếu có bất cứ cách nào theo đó nó có thể được cung cấp. Có tiêu chuẩn nào tốt hơn quyết định của nhóm khoa học có thể có ở đó?

Đoạn văn vừa qua chỉ ra các hướng theo đó tôi tin một lời giải tao nhã hơn của vấn đề tiến bộ trong các khoa học phải được tìm. Có lẽ chúng cho biết rằng tiến bộ khoa học không hoàn toàn là cái chúng ta cho nó là. Song chúng đồng thời cho thấy rằng một loại tiến bộ sẽ chắc hẳn đặc trưng cho việc làm khoa học chừng nào một việc làm táo bạo như vậy tiếp tục tồn tại. Trong khoa học không cần có sự tiến bộ thuộc loại khác. Chúng ta có thể, chính xác hơn, phải từ bỏ quan niệm, tường minh hay ngầm định, rằng những thay đổi khung mẫu đưa các nhà khoa học và những người học từ họ đến gần hơn và gần hơn tới chân lí.

Bây giờ là lúc lưu ý rằng cho đến vài trang vừa qua thuật ngữ ‘chân lí’ đã bước vào tiểu luận này chỉ ở dạng một trích dẫn từ Francis Bacon. Và ngay cả ở các trang đó nó bước vào chỉ như một nguồn cho niềm tin chắc của nhà khoa học rằng các quy tắc không tương thích cho làm khoa học không thể cùng tồn tại trừ trong các cuộc cách mạng khi nhiệm vụ chính của nghề là đi loại bỏ tất cả các tập trừ một tập. Quá trình phát triển được mô tả trong tiểu luận này là một quá trình tiến hoá *từ* khởi đầu thô sơ – một quá trình mà các giai đoạn kế tiếp của nó được đặc trưng bởi sự hiểu biết chi tiết và tinh tế ngày càng tăng về tự nhiên. Nhưng chẳng có gì được nói hay sẽ được nói khiến cho nó là một quá trình tiến hoá *đến* bất cứ cái gì. Chắc hẳn chỗ thiếu đó sẽ làm bối rối nhiều bạn đọc. Tất cả chúng ta đều hết sức quen để nhìn khoa học như một việc làm táo bạo liên tục đưa gần hơn tới mục tiêu nào đó do tự nhiên đặt ra trước.

Nhưng có cần bất cứ mục tiêu nào như vậy không? Có phải chúng ta không thể giải thích cả sự tồn tại của khoa học lẫn thành công của nó dưới dạng tiến hoá từ trạng thái hiểu biết của cộng đồng ở bất cứ thời điểm nào? Nó có thực sự giúp để tưởng tượng rằng có một sự giải thích đầy đủ, khách quan, đúng nào đó về tự nhiên và rằng thước đo thích đáng của thành tựu khoa học là mức độ mà nó đưa chúng ta gần hơn đến mục tiêu cuối cùng đó? Nếu chúng ta có thể học để thay sự tiến hoá-từ-cái-chúng ta-biết cho sự tiến hoá-đến-cái-chúng ta-muốn-biết, một loạt các vấn đề gây bực mình có thể biến mất trong quá trình. Vấn đề về quy nạp phải nằm, chẳng hạn, ở đâu đó trong mê cung này.

Tôi vẫn không thể chỉ rõ một chút chi tiết nào các hậu quả của cách nhìn luân phiên này về sự tiến bộ khoa học. Nhưng nó giúp để nhận ra rằng sự đổi chỗ quan niệm được kiến nghị ở đây là rất gần với cái mà Phương Tây đã đảm nhận đúng một thế kỉ trước. Nó đặc biệt có ích bởi vì trong cả hai trường hợp trở ngại chính cho sự đổi chỗ là như nhau. Khi Darwin lần đầu tiên công bố lí thuyết của mình về tiến hoá bằng chọn lọc tự nhiên năm 1859, cái gây buồn bực nhất đối với nhiều nhà chuyên môn đã chẳng phải là khái niệm về các loài thay đổi cũng không phải là nguồn gốc khả dĩ của con người từ khỉ. Bằng chứng chỉ ra sự tiến hoá, bao gồm tiến hoá của người, đã được thu thập từ hàng thập kỉ, và ý tưởng về tiến hoá đã được gợi ý và phổ biến rộng rãi trước đó. Tuy tiến hoá, như vốn là, đã bắt gặp sự kháng cự, đặc biệt từ các nhóm tôn giáo nào đó, nó không hề là khó khăn lớn nhất mà các nhà Darwinian đối mặt. Khó khăn đó xuất phát từ một ý tưởng gần như ý tưởng riêng của Darwin. Tất cả các lí thuyết tiến hoá trước Darwin được nhiều người biết đến – các lí thuyết của Lamarck, Chambers, Spencer, và *các nhà Triết học Tự nhiên* Đức – đã coi sự tiến hoá là một quá trình hướng mục tiêu. “Ý tưởng” về người và về hệ động thực vật đương thời đã được nghĩ là đã có mặt từ sự tạo ra đầu tiên của sự sống, có lẽ trong đầu của Chúa. Ý tưởng hay kế hoạch đó đã cung cấp một hướng và lực hướng dẫn cho toàn bộ quá trình tiến hoá. Mỗi giai đoạn mới của sự phát

triển tiến hoá đã là một sự thực hiện hoàn hảo hơn của một kế họch đã hiện diện từ lúc đầu.[149]

Đối với nhiều người sự huỷ bỏ loại tiến hoá thần học đó đã là gợi ý quan trọng nhất và ít có thể chấp nhận được nhất trong các gợi ý của Darwin.[150] Cuốn *Origin of Species* [*Nguồn gốc của các Loài*] không thừa nhận mục tiêu nào do hoặc Chúa hoặc Tự nhiên đặt ra. Thay vào đó, sự chọn lọc tự nhiên, hoạt động trong môi trường cho trước và với các sinh vật hiện tại có sẵn, chịu trách nhiệm về sự nổi lên dần dần nhưng đều đặn của các sinh vật tinh vi hơn, khác biệt hơn, và cực kì thích ứng hơn. Ngay cả các cơ quan được thích nghi tuyệt diệu như mắt và tay của con người – các cơ quan mà mục đích của chúng trước đây đã cung cấp các lí lẽ hùng mạnh cho sự tồn tại của một nhà sáng chế tối cao và một kế hoạch từ trước – là các sản phẩm của một quá trình chuyển động đều đặn từ khởi đầu thô sơ nhưng không tới mục tiêu nào. Lòng tin rằng sự chọn lọc tự nhiên, sinh ra từ sự cạnh tranh đơn thuần giữa các sinh vật vì sự sống sót, đã có thể tạo ra con người cùng với các động vật bậc cao và thực vật đã là khía cạnh khó khăn và gây bối rối nhất của lí thuyết Darwin. "Sự tiến hoá', 'sự phát triển', và 'sự tiến bộ' có thể có nghĩa gì khi thiếu một mục tiêu được định rõ? Đối với nhiều người, các từ như vậy đột nhiên có vẻ tự-mâu thuẫn.

Phép tương tự liên hệ sự tiến hoá của các sinh vật với sự tiến hoá của các ý tưởng khoa học có thể dễ bị đẩy đi quá xa. Nhưng đối với các vấn đề của mục kết thúc này nó rất gần như hoàn hảo. Quá trình được mô tả trong Mục XII như sự giải quyết của các cuộc cách mạng là sự chọn lọc bởi xung đột bên trong cộng đồng khoa học về cách thích hợp nhất để thực hành khoa học tương lai. Kết quả thuần của một chuỗi các chọn lọc cách mạng như vậy, được tách rời bởi các giai đoạn nghiên cứu thông thường, là tập được thích nghi tuyệt vời của các công cụ mà chúng ta gọi là tri thức khoa học hiện đại. Các giai đoạn kế tiếp trong quá trình phát triển đó được đánh dấu bằng một sự tăng lên về sự trình bày rõ hơn và chuyên môn hoá. Và toàn bộ quá trình có thể đã xảy ra, như bây giờ chúng ta cho rằng sự tiến hoá sinh học đã xảy ra, mà không có lợi ích của một mục tiêu cố định, một chân lí khoa học cố định mãi mãi, mà mỗi giai đoạn trong sự phát triển của tri thức khoa học là một bản tốt hơn của nó.

Bất cứ ai theo dõi lí lẽ cho đến đây tuy nhiên sẽ cảm thấy nhu cầu để hỏi vì sao quá trình tiến hoá lại hoạt động. Tự nhiên, kể cả con người, phải là thế nào để cho khoa học là có thể chút nào? Vì sao các cộng đồng khoa học lại có thể đạt được một sự đồng thuận vững chắc không thể đạt được trong các lĩnh vực khác? Vì sao sự đồng thuận lại kéo dài qua sự thay đổi khung mẫu này sau một sự thay đổi khác? Và vì sao sự thay đổi khung mẫu lại lúc nào cũng tạo ra một công cụ hoàn hảo hơn theo bất cứ nghĩa nào so với những cái được biết trước đấy? Từ một quan điểm các câu hỏi đó, trừ câu đầu, đã được trả lời rồi. Nhưng từ quan điểm khác chúng vẫn còn bỏ ngỏ như chúng đã là khi tiểu luận này bắt đầu. Không phải chỉ cộng đồng khoa học phải là đặc biệt. Thế giới mà cộng đồng đó là một phần cũng phải có các đặc trưng khá đặc biệt, và chúng ta không hề gần hơn so với chúng ta đã ở lúc xuất phát để biết những cái này phải là gì. Vấn đề đó – Thế giới phải giống thế nào để cho con người có thể hiểu biết nó? – tuy vậy, đã không do tiểu luận này tạo ra. Ngược lại, nó là vấn đề cổ như bản thân khoa học, và nó vẫn không được trả lời. Nhưng nó không cần được trả lời ở chỗ này. Bất cứ quan niệm nào về tự nhiên tương thích với sự tăng trưởng của khoa học bằng chứng minh là tương thích với quan điểm tiến hoá của khoa học được trình bày ở đây. Vì cách nhìn này cũng tương thích với sự quan sát tỉ mỉ của đời sống khoa học, có các lí lẽ mạnh mẽ cho việc dùng nó trong các nỗ lực để giải hàng loạt vấn đề vẫn còn lại.

Tái bút – 1969

Bây giờ đã gần bảy năm kể từ khi cuốn sách này được xuất bản lần đầu.[151] Giữa chừng cả phản ứng của các nhà phê bình lẫn công việc thêm của riêng tôi đã làm tăng sự hiểu biết của tôi về một số vấn đề nó nêu ra. Về những cái cơ bản quan điểm của tôi hầu như không thay đổi, nhưng bây giờ tôi nhận ra các khía cạnh của trình bày ban đầu của nó gây ra các khó khăn vu vơ và những sự hiểu lầm. Vì một số trong các hiểu lầm đó là của riêng tôi, việc loại bỏ chúng cho phép tôi nhận lí lẽ cuối cùng sẽ tạo cơ sở cho một phiên bản mới của cuốn sách.[152] Trong lúc đó, tôi chào đón cơ hội để phác hoạ những xét lại cần thiết, để bình luận một số phê bình lặp lại, và để gợi ý các hướng theo đó tư duy của riêng tôi hiện giờ đang phát triển.[153]

Nhiều khó khăn chủ yếu của văn bản gốc của tôi tụm lại quanh khái niệm về khung mẫu, và thảo luận của tôi bắt đầu với chúng.[154] Trong các tiểu mục ngay sau, tôi gợi ý sự đáng ao ước về việc làm cho khái niệm đó thoát khỏi quan niệm về cộng đồng khoa học, chỉ ra việc này có thể được làm ra sao, và thảo luận một số hệ quả quan trọng của sự chia tách giải tích đó. Tiếp đến tôi xem xét cái gì xảy ra khi các khung mẫu được tìm bằng khảo sát ứng xử của các thành viên của một cộng đồng khoa học *được xác định trước*. Thủ tục đó nhanh chóng tiết lộ rằng trong phần lớn cuốn sách từ ‘khung mẫu’ được dùng theo hai nghĩa khác nhau. Một mặt, nó có nghĩa là toàn bộ hình trạng của các lòng tin, giá trị, kĩ thuật, và v.v. được các thành viên của một cộng đồng cho trước chia sẻ. Mặt khác, nó biểu thị một loại yếu tố trong hình trạng đó, các lời giải-câu đố mà, được dùng như các mô hình hay các mẫu, có thể thay các quy tắc tường minh như cơ sở cho lời giải của các câu đố còn lại của khoa học thông thường. Nghĩa thứ nhất của từ, gọi nó là nghĩa xã hội học, là chủ đề của Tiểu Mục 2, dưới đây; Tiểu mục 3 dành cho các khung mẫu như các thành tựu quá khứ mẫu mực.

Về mặt triết học, chí ít, nghĩa thứ hai này của ‘khung mẫu’ là sâu sắc hơn trong hai nghĩa, và các yêu sách tôi đã đưa ra nhân danh nó là các nguồn chính cho những tranh cãi và hiểu lầm mà cuốn sách đã gây ra, đặc biệt cho lời buộc tội rằng tôi đã biến khoa học thành một việc làm táo bạo chủ quan và phi duy lí. Các vấn đề này được xem xét ở các Tiểu Mục 4 và 5. Tiểu mục đầu lí lẽ rằng các từ như ‘chủ quan’ và ‘trực giác’ không thể được dùng một cách thích hợp cho các thành phần của tri thức mà tôi đã mô tả như được gắn ngầm vào các mẫu dùng chung. Tuy tri thức như vậy không phải là chủ đề, mà không có thay đổi căn bản, cho lời diễn giải dưới dạng các qui tắc và tiêu chuẩn, nó tuy nhiên có tính hệ thống, được thời gian thử thách, và theo nghĩa nào đó có thể sửa được. Tiểu mục 5 áp dụng lí lẽ đó cho vấn đề lựa chọn giữa hai lí thuyết không tương thích, đề xuất trong kết luận ngắn gọn rằng những người theo các quan điểm không thể so sánh với nhau, được coi như các thành viên của các cộng đồng ngôn ngữ khác nhau và các vấn đề truyền thông của họ phải được phân tích như các vấn đề về dịch thuật. Ba vấn đề còn lại được thảo luận trong các Tiểu Mục kết thúc, 6 và 7. Tiểu mục đầu xem xét lời buộc tội rằng quan điểm về khoa học được trình bày trong cuốn sách này là hoàn toàn mang tính tương đối. Tiểu mục thứ hai bắt đầu với thẩm vấn liệu lí lẽ của tôi thực sự bị lẫn lộn, như được nói, giữa các phương thức mô tả và chuẩn tắc; nó kết thúc với các nhận xét ngắn về một chủ đề xứng đáng một tiểu luận riêng biệt: mức độ mà các luận đề chính của cuốn sách có thể được dùng một cách hợp pháp cho các lĩnh vực khác khoa học.

1. Các Khung mẫu và Cấu trúc Cộng đồng

Thuật ngữ ‘khung mẫu’ bước vào các trang trước lúc đầu, và cách vào của nó là lòng vòng một cách cố hữu. Một khung mẫu là cái mà các thành viên của một cộng đồng khoa học chia sẻ, *và*, ngược lại, một cộng đồng khoa học bao gồm những người chia sẻ một khung mẫu. Không phải mọi tính lòng vòng đều là xấu (tôi sẽ bảo vệ một lí lẽ về cấu trúc tương tự muộn hơn trong tái bút này), nhưng sự lòng vòng này là một nguồn của những khó khăn thực sự. Các cộng đồng khoa học có thể và phải được cô lập mà không có viện dẫn trước đến các khung mẫu; cái sau có thể được khám phá ra sau đó bằng khảo sát tỉ mỉ ứng xử của các thành viên của một cộng đồng. Nếu giả như cuốn sách này được viết lại, nó vì thế sẽ bắt đầu với một thảo luận về cấu trúc cộng đồng khoa học, một đề tài gần đây đã trở thành một chủ đề quan trọng của nghiên cứu xã hội học và các sử gia về khoa học cũng bắt đầu coi việc đó một cách nghiêm túc. Các kết quả sơ bộ, nhiều kết quả vẫn chưa được công bố, gợi ý rằng các kĩ thuật kinh nghiệm cần cho khảo sát nó là không-tầm thường, nhưng có sẵn một số và số khác chắc chắn phải được phát triển.[155] Hầu hết các nhà khoa học hành nghề đáp ứng ngay đối với các câu hỏi về các thành viên cộng đồng của họ, coi là dĩ nhiên rằng trách nhiệm về các chuyên ngành khác nhau hiện thời được phân bổ giữa các nhóm của các thành viên chí ít được xác định một cách đại thể. Vì thế tôi sẽ giả sử là có thể tìm thấy các phương tiện có hệ thống hơn cho sự nhận diện chúng. Thay cho trình bày các kết quả nghiên cứu sơ bộ, hãy để tôi trình bày rõ một cách ngắn gọn quan niệm trực giác về cộng đồng làm cơ sở nhiều ở các chương trước của cuốn sách này. Nó là quan niệm bây giờ được các nhà khoa học, xã hội học, và một số sử gia khoa học chia sẻ rộng rãi.

Một cộng đồng khoa học bao gồm, trên quan điểm này, những người thực hành một chuyên ngành khoa học. Ở mức độ không thể sánh kịp trong hầu hết các lĩnh vực khác, họ đã trải qua sự giáo dục và nhập nghề giống nhau; trong quá trình họ đã hấp thu cùng văn học kĩ thuật và rút ra nhiều bài học như nhau từ đó. Thường thường các ranh giới của văn học chuẩn đó biểu thị các giới hạn của một chủ đề khoa học, và mỗi cộng đồng thường có một chủ đề riêng. Có các trường phái trong khoa học, trong các cộng đồng, tức là, chúng tiếp cận cùng chủ đề từ các quan điểm không tương thích nhau. Nhưng ở đó chúng là hiếm hơn ở các lĩnh vực khác nhiều; chúng luôn trong cạnh tranh; và sự cạnh tranh của chúng nhanh chóng chấm dứt. Kết quả là, các thành viên của một cộng đồng khoa học nhìn chính mình và được những người khác nhìn như những người chịu trách nhiệm duy nhất về theo đuổi một tập các mục tiêu chung, kể cả đào tạo những người kế vị họ. Bên trong các nhóm như vậy sự liên lạc [truyền thông] là tương đối đầy đủ và đánh giá chuyên môn là tương đối đồng thuận. Mặt khác, bởi vì sự chú ý của các cộng đồng khoa học khác nhau tập trung vào các chủ đề khác nhau, sự liên lạc chuyên môn giữa các ranh giới nhóm đôi khi khó khăn, thường gây ra hiểu nhầm, và có thể, nếu theo đuổi, gây ra sự bất đồng đáng kể và trước kia không bị nghi ngờ.

Các cộng đồng theo nghĩa này, tất nhiên, tồn tại ở nhiều mức. Bao trùm nhất là cộng đồng của tất cả các nhà khoa học tự nhiên. Ở mức chỉ thấp hơn một chút các nhóm chuyên môn khoa học chính là các cộng đồng: các nhà vật lí học, hoá học, thiên văn học, động vật học, và tương tự. Đối với các phân nhóm chính này, tư cách thành viên cộng đồng đã được xác lập rồi trừ ven rìa. Đối tượng có độ cao nhất, thành viên trong các hiệp hội chuyên ngành, và việc đọc các tạp chí thường là nhiều hơn đủ. Các kĩ thuật tương tự sẽ cũng tách các nhóm con chính ra: các nhà hoá học hữu cơ, và giữa họ có lẽ các nhà hoá học protein, các nhà vật lí chất rắn và năng lượng cao, các nhà thiên văn học vô tuyến, và v.v. Chỉ ở mức thấp hơn tiếp theo các vấn đề kinh nghiệm mới nổi lên. Lấy một thí dụ đương thời, làm sao có thể cô lập nhóm thể thực khuẩn trước sự xuất hiện công khai của nó? Cho mục đích này người ta phải có nguồn lực cho tham dự các hội nghị chuyên môn, cho phân phát các bản thảo hay bản in thử trước khi xuất bản, và trên hết cho mạng lưới liên lạc chính thức và phi chính thức kể cả các mạng được phát hiện ra trong thư từ và các liên kết giữa các trích dẫn.[156] Tôi cho rằng công việc có thể và sẽ được làm, chí ít cho quang cảnh đương thời và phần gần đây nhất của lịch sử. Điển hình nó có thể mang lại các cộng đồng có lẽ có một trăm thành viên, đôi khi ít hơn đáng kể. Thường cá nhân các nhà khoa học, đặc biệt người có tài nhất, sẽ thuộc về nhiều nhóm như vậy đồng thời hay kế tiếp nhau.

Các cộng đồng loại này là các đơn vị mà cuốn sách này đã giới thiệu như những người tạo ra và hợp thức hoá tri thức khoa học. Các khung mẫu là cái gì đó được thành viên của các nhóm như vậy chia sẻ. Không có dẫn chiếu đến bản chất của các yếu tố dùng chung này, nhiều khía cạnh của khoa học được mô tả ở các trang trước hầu như không thể hiểu được. Nhưng các khía cạnh khác có thể, tuy chúng không được trình bày một cách độc lập ở văn bản gốc của tôi. Vì thế, trước khi trực tiếp quay sang các khung mẫu, đáng nhắc tới một loạt các vấn đề đòi hỏi sự dẫn chiếu đến riêng cấu trúc cộng đồng.

Có lẽ nổi bật nhất trong các vấn đề này là cái trước đây tôi gọi là quá độ từ giai đoạn trước-khung mẫu sang sau-khung mẫu trong sự phát triển của một lĩnh vực khoa học. Quá độ đó được phác hoạ ở trên trong Mục II. Trước khi nó xảy ra, một số trường phái cạnh tranh vì sự thống trị một lĩnh vực cho trước. Sau đấy, theo sau thành tựu khoa học đáng kể nào đó, số các trường phái giảm mạnh, thường xuống còn một, và một phương thức thực hành khoa học hữu hiệu hơn bắt đầu. Phương thức sau nói chung là bí truyền và hướng về giải câu đố, chỉ có thể như công việc của nhóm khi các thành viên của nó coi cơ sở của lĩnh vực của họ là dĩ nhiên.

Bản chất của chuyển đổi đó đến trưởng thành đáng thảo luận đầy đủ hơn nó đã nhận được trong cuốn sách này, đặc biệt từ những người quan tâm đến sự phát triển của các khoa học xã hội đương thời. Cho mục đích đó có thể hữu ích để chỉ ra rằng quá độ không cần (bây giờ tôi nghĩ không được) kết hợp với sự kiếm được đầu tiên một khung mẫu. Các thành viên của tất cả các cộng đồng khoa học, kể cả các trường phái của giai đoạn “trướckhung mẫu”, chia sẻ các loại yếu tố mà tôi đã gắn nhãn chung là ‘một khung mẫu’. Cái thay đổi với quá độ đến trưởng thành không phải là sự hiện diện của một khung mẫu mà đúng hơn là bản tính của nó. Chỉ sau sự thay đổi thì nghiên cứu giải-câu đố thông thường mới có thể. Nhiều thuộc tính của một khoa học đã phát triển mà ở trên tôi đã kết hợp với việc kiếm được một khung mẫu vì thế bây giờ tôi muốn thảo luận như các hệ quả của việc kiếm được loại khung mẫu nhận diện được các câu đố thách thức, cung cấp manh mối cho việc giải chúng, và đảm bảo rằng người hành nghề thực sự thông minh sẽ thành công. Chỉ những người lấy hết can đảm từ việc quan sát rằng lĩnh vực (hay trường phái) của riêng họ có các khung mẫu chắc là cảm thấy rằng sự thay đổi hi sinh cái gì đó quan trọng.

Vấn đề thứ hai, quan trọng hơn chí ít cho các sử gia, liên quan đến việc cuốn sách này đồng nhất một-đối-một các cộng đồng khoa học với các chủ đề khoa học. Tức là, tôi đã hành động lặp đi lặp lại cứ như thể, thí dụ, ‘quang học vật lí’, ‘điện học’, và ‘nhiệt’ phải đặt tên các cộng đồng khoa học bởi vì chúng có gọi tên các chủ đề nghiên cứu. Lựa chọn khả dĩ duy nhất mà văn bản của tôi dường như cho phép là tất cả các chủ đề này đều thuộc về cộng đồng vật lí học. Những sự đồng nhất thuộc loại này, tuy vậy, sẽ thường không cưỡng lại được sự khảo sát, như các đồng nghiệp của tôi về lịch sử đã chỉ ra nhiều lần. Thí dụ, đã không có cộng đồng vật lí học nào trước giữa thế kỉ mười chín, và sau đó nó được hình thành bởi sự hợp nhất các phần của hai cộng đồng tách biệt trước đây, toán học và triết học tự nhiên (*Physique expérimentale*). Cái ngày nay là chủ đề cho một cộng đồng rộng đơn nhất đã được phân tán khác nhau giữa các cộng đồng đa dạng trong quá khứ. Các chủ đề hẹp hơn, thí dụ nhiệt và lí thuyết về vật chất, đã tồn tại trong các thời kì dài mà không trở thành lãnh địa đặc biệt của bất cứ cộng đồng khoa học đơn nhất nào. Cả khoa học thông thường và các cuộc cách mạng, tuy vậy, là các hoạt động dựa vào cộng đồng. Để khám phá ra và phân tích chúng, đầu tiên ta phải làm sáng tỏ cấu trúc đang thay đổi của cộng đồng các khoa học theo thời gian. Một khung mẫu chi phối, lúc đầu, không phải một chủ đề mà đúng hơn một nhóm những người hành nghề. Bất cứ điều tra nào về nghiên cứu do khung mẫu hướng dẫn hay khung mẫu-phá huỷ phải bắt đầu bằng định vị nhóm hay các nhóm chịu trách nhiệm.

Khi phân tích sự phát triển khoa học được tiếp cận theo cách này, nhiều khó khăn đã là tiêu điểm cho sự chú ý phê phán chắc sẽ biến mất. Một số nhà bình luận, thí dụ, đã dùng lí thuyết vật chất để gợi ý rằng tôi đã cường điệu quá đáng sự nhất trí của các nhà khoa học về lòng trung thành của họ với một khung mẫu. Cho đến tương đối gần đây, họ chỉ ra, các lí thuyết đó đã là đề tài cho sự bất đồng và tranh cãi liên tục. Tôi đồng ý với mô tả nhưng nghĩ nó không phải là phản thí dụ. Các lí thuyết vật chất, chí ít đến khoảng

1920, đã không là lãnh địa hay chủ đề đặc biệt cho bất cứ cộng đồng khoa học nào. Thay vào đó, chúng đã là các công cụ cho một số lớn các nhóm chuyên gia. Các thành viên của các nhóm khác nhau đôi khi chọn các công cụ khác nhau và phê phán sự lựa chọn của những người khác. Thậm chí quan trọng hơn, một lí thuyết vật chất không phải là loại đề tài mà các thành viên của thậm chí một cộng đồng đơn nhất phải nhất thiết đồng ý. Nhu cầu cho sự đồng ý phụ thuộc vào cái cộng đồng làm. Hoá học trong nửa đầu thế kỉ mười chín cung cấp một trường hợp như thế. Tuy nhiều trong các các công cụ cơ bản của cộng đồng- tỉ lệ không đổi, tỉ lệ bội số, và trọng lượng hoá hợp- đã trở thành đặc tính chung như kết quả của lí thuyết nguyên tử của Dalton, đối với các nhà hoá học, sau khi sự kiện đã xảy ra, đã hoàn toàn có thể đặt cơ sở cho công việc của họ lên các công cụ này và không đồng ý, đôi khi kịch liệt, về sự tồn tại của các nguyên tử.

Một số khó khăn và hiểu lầm khác, tôi tin, sẽ được giải quyết theo cùng cách. Một phần vì các thí dụ tôi đã chọn và một phần bởi vì sự lập lờ của tôi về bản tính và kích thước của các cộng đồng liên quan, vài bạn đọc của cuốn sách này đã kết luận rằng mối quan tâm của tôi chủ yếu hay chỉ riêng đến các cuộc cách mạng lớn như các cuộc cách mạng gắn với Copernicus, Newton, Darwin, hay Einstein. Một phác hoạ rõ hơn cấu trúc cộng đồng, tuy vậy, phải giúp tăng cường ấn tượng hơi khác mà tôi đã thử tạo ra. Đối với tôi một cuộc cách mạng là một loại thay đổi đặc biệt kéo theo loại tái cấu trúc nào đó của các cam kết nhóm. Song nó không cần là một thay đổi lớn, cũng chẳng cần có vẻ là cách mạng đối với những người ở ngoài một cộng đồng đơn nhất, gồm có lẽ ít hơn hai mươi lăm người. Chính vì loại thay đổi này, ít người nhận ra hay thảo luận trong văn học triết học khoa học, xảy ra rất thường xuyên ở quy mô nhỏ hơn này đến mức sự thay đổi cách mạng, ngược với luỹ tích, rất cần được hiểu.

Một sự thay đổi cuối cùng, liên hệ mật thiết với cái trước, có thể giúp tạo thuận lợi cho sự hiểu biết đó. Một số nhà phê bình đã nghi ngờ liệu khủng hoảng, nhận thức chung rằng có cái gì đó sai, lúc nào cũng đi trước các cuộc cách mạng như tôi đã ngụ ý trong văn bản gốc của tôi. Chẳng gì quan trọng đối với lí lẽ của tôi phụ thuộc, tuy vậy, vào việc khủng hoảng phải là một điều kiện tiên quyết cho các cuộc cách mạng; chúng cần chỉ như khúc dạo đầu thông thường, tức là, cung cấp một cơ chế tự-sửa đảm bảo rằng tính cứng nhắc của khoa học thông thường sẽ không mãi mãi không bị thách thức. Các cuộc cách mạng cũng có thể được gây ra theo những cách khác, tuy tôi nghĩ chúng là hiếm. Ngoài ra, bây giờ tôi muốn chỉ ra rằng sự thiếu một thảo luận thoả đáng về cấu trúc cộng đồng đã gây khó hiểu ở trên: các cuộc khủng hoảng không nhất thiết bị gây ra bởi công việc của cộng đồng trải nghiệm chúng và đôi khi trải qua cách mạng như một kết quả. Các công cụ mới như kính hiển vi điện tử hay các định luật mới như định luật Maxell có thể phát triển trong một chuyên ngành và sự tiêu hoá chúng gây ra khủng hoảng ở ngành khác.

2. Các Khung mẫu như Hình trạng của các Cam kết Nhóm

Bây giờ quay sang các khung mẫu và hỏi có lẽ chúng có thể là cái gì. Văn bản gốc của tôi không để lại vấn đề mơ hồ hay quan trọng nào. Một bạn đọc có cảm tình, chia sẻ niềm tin chắc của tôi rằng 'khung mẫu' nói rõ các yếu tố triết học trung tâm của cuốn sách, đã chuẩn bị một chỉ mục một phần giải tích và kết luận là thuật ngữ được dùng theo chí ít hai mươi hai cách khác nhau.[157] Hầu hết những sự khác biệt đó, bây giờ tôi nghĩ, là do sự không nhất quán về văn phong (thí dụ, các Định luật Newton đôi khi là một khung mẫu, đôi khi là các phần của một khung mẫu, và đôi khi mang tính khung mẫu), và chúng có thể được loại bỏ tương đối dễ dàng. Song, với việc hoàn thành công việc biên tập đó, sẽ còn hai cách dùng rất khác nhau của thuật ngữ, và chúng đòi hỏi sự tách biệt. Cách dùng bao trùm hơn là chủ đề của tiểu mục này; cách dùng khác sẽ được xem xét ở tiểu mục tiếp.

Sau khi đã cô lập một cộng đồng cá biệt của các chuyên gia bằng kĩ thuật như vừa được thảo luận, có thể hữu ích để hỏi: Các thành viên của nó chia sẻ cái gì, cái giải thích sự tương đối đầy đủ của sự liên lạc chuyên nghiệp của họ và sự tương đối nhất trí của các đánh giá chuyên nghiệp của họ? Đối với câu hỏi đó văn bản gốc của tôi cho phép câu trả lời, một khung mẫu hay một tập các khung mẫu. Song đối với cách dùng này, không giống cách dùng sẽ được thảo luận dưới đây, thuật ngữ là không thoả đáng. Bản thân các nhà khoa học sẽ nói rằng họ chia sẻ một lí thuyết hay một tập các lí thuyết, và tôi sẽ vui mừng nếu thuật ngữ cuối cùng có thể đoạt lại cách dùng này. Như được dùng trong triết học khoa học hiện nay, tuy vậy, 'lí thuyết' có nghĩa là một cấu trúc có bản tính và phạm vi giới hạn hơn cái cần ở đây nhiều. Cho đến khi thuật ngữ có thể thoát khỏi các hệ luỵ hiện thời của nó, việc chấp nhận một thuật ngữ khác sẽ tránh được nhầm lẫn. Vì các mục đích hiện tại tôi đề xuất 'ma trận môn – disciplinary matrix': 'môn' vì nó nhắc đến sở hữu chung của những người thực hành một môn học cá biệt; 'matrix' bởi vì nó bao gồm các yếu tố được sắp xếp thuộc các loại khác nhau, mỗi cái đòi hỏi sự định rõ thêm. Tất cả hay hầu hết các đối tượng của cam kết nhóm mà văn bản gốc của tôi tôn làm các khung mẫu, phần của các khung mẫu, hay thuộc khung mẫu là các phần tử của matrix môn, và với tư cách ấy chúng tạo thành một tổng thể và hoạt động cùng nhau. Tuy vậy, chúng không còn phải được thảo luận cứ như là chúng tất cả đều là mảnh rời. Ở đây tôi sẽ không thử một danh mục toàn diện, nhưng việc lưu ý các loại thành phần chính của matrix môn sẽ cả làm rõ bản chất của cách tiếp cận hiện tại của tôi lẫn đồng thời chuẩn bị cho điểm tiếp theo của tôi.

Một loại thành phần quan trọng tôi sẽ gắn cho cái nhãn 'các khái quát hoá biểu tượng', nghĩ đến các biểu thức, được triển khai mà không bị các thành viên của nhóm đặt thành vấn đề hay bất đồng, các biểu thức có thể được trình bày ở dạng logic như $(x)(y)(z)\Phi(x,y,z)$. Chúng là các thành phần hình thức hay dễ dàng có thể hình thức hoá của matrix môn. Đôi khi chúng được thấy ở dạng biểu tượng: $f = ma$ hay $I = V/R$. Những thành phần khác, thường được phát biểu bằng lời: "các nguyên tố kết hợp theo tỉ lệ trọng lượng không đổi", hay "tác động bằng phản tác động". Nếu giả như không có sự chấp nhận các biểu thức như thế này, thì không có các điểm mà các thành viên nhóm có thể gắn các kĩ thuật hùng mạnh về thao tác logic và toán học trong công việc giải câu đố của họ. Tuy thí dụ về phân loại gợi ý rằng khoa học thông thường có thể tiến hành với ít biểu thức như vậy, khả năng của một khoa học có vẻ tăng lên khá đại thể với số các khái quát hoá biểu tượng mà các nhà thực hành nó có để dùng.

Các khái quát hoá này nhìn như các qui luật tự nhiên, song chức năng của chúng cho các thành viên nhóm thường không chỉ có thế. Đôi khi vậy: chẳng hạn Định luật Joule-Lenz, $H = RI^2$. Khi qui luật đó được khám phá ra, các thành viên cộng đồng đã biết H, I và R nghĩa là gì, các khái quát hoá này đơn giản nói cho họ cái gì đó mà trước đây họ chưa biết về ứng xử của nhiệt, dòng điện và trở kháng. Nhưng thường xuyên hơn, như thảo luận trước đây ở cuốn sách cho thấy, những khái quát hoá biểu tượng đồng thời phục vụ một chức năng thứ hai, cái thường được các nhà triết học khoa học tách biệt rõ rệt trong các phân tích. Như $f = ma$ hay $I = V/R$, chúng hoạt động một phần như các định luật nhưng một phần cũng như các định nghĩa của một số kí hiệu chúng triển khai. Vả lại, sự cân bằng giữa tác dụng lập pháp và định nghĩa không

thể tách ra của chúng, thay đổi theo thời gian. Trong ngữ cảnh khác các điểm này sẽ trả lại phân tích chi tiết, vì bản chất của cam kết với một qui luật là rất khác với bản chất của cam kết với một định nghĩa. Các qui luật thường có thể sửa được từng phần, còn các định nghĩa, do là các tautology [phép lặp thừa] là không thể. Thí dụ, phần của cái mà sự chấp nhận Định luật Ohm đòi hỏi là một định nghĩa lại về cả 'dòng điện' lẫn 'trở kháng'; nếu nghĩa của các từ này tiếp tục là nghĩa mà chúng có trước kia, thì Định luật Ohm không thể đúng; đó là lí do vì sao nó bị phản đối căng thẳng đến vậy còn Định luật Joule-Lenz lại không bị. [158] Có lẽ tình hình đó là điển hình. Hiện nay tôi nghi rằng mọi cuộc cách mạng kéo theo, giữa các thứ khác, sự từ bỏ các khái quát hoá mà hiệu lực của chúng trước kia đã một phần là của các tautology. Có phải Einstein đã chứng tỏ rằng tính đồng thời là tương đối hay ông đã làm thay đổi bản thân khái niệm về tính đồng thời? Có phải những người nghe nghịch lí trong lối nói 'tính tương đối của tính đồng thời' đơn giản là sai?

Tiếp theo hãy xét một loại thành phần thứ hai của matrix môn, mà đã được nói nhiều ở văn bản gốc của tôi dưới các đề mục như 'các khung mẫu siêu hình học' hay 'các phần siêu hình của các khung mẫu'. Tôi nghĩ đến các cam kết chung đối với các niềm tin như: nhiệt là năng lượng động lực của các thành phần tạo thành các vật thể; tất cả các hiện tượng đều là do tương tác của các nguyên tử trung tính về mặt định tính trong chân không, hay, như lựa chọn khác, do vật chất và lực, hay do các trường. Viết lại cuốn sách bây giờ tôi sẽ mô tả các cam kết như vậy như các lòng tin vào các mô hình cá biệt, và tôi sẽ mở rộng phạm trù mô hình để bao gồm cả loại khá heuristic [tự phát hiện]: mạch điện có thể coi như một hệ thống thuỷ động lực học ở trạng thái dừng; các phân tử khí ứng xử như các viên bi a dẻo chuyển động ngẫu nhiên. Tuy sức mạnh của cam kết nhóm thay đổi, với các hệ quả không tầm thường, dọc theo dải phổ từ các mô hình heuristic đến bản thể học, tất cả các mô hình đều có các chức năng giống nhau. Giữa các thứ khác chúng cung cấp cho nhóm các phép tương tự hay ẩn dụ ưa thích hay chấp nhận được. Bằng làm thế chúng giúp xác định cái gì sẽ được chấp nhận như một giải thích và như một lời giải-câu đố; ngược lại, chúng giúp việc xác định bảng phân công các câu đố chưa được giải và việc đánh giá tầm quan trọng của mỗi cái. Tuy vậy, lưu ý rằng các thành viên của các cộng đồng khoa học có thể không phải chia sẻ ngay cả các mô hình heuristic, tuy họ thường làm vậy. Tôi đã chỉ ra rồi rằng tư cách thành viên trong cộng đồng của các nhà hoá học trong nửa đầu thế kỉ mười chín đã không đòi hỏi lòng tin vào các nguyên tử.

Loại yếu tố thứ ba trong matrix môn tôi sẽ mô tả ở đây như các giá trị. Thường chúng được chia sẻ rộng rãi giữa các cộng đồng khác nhau hơn các khái quát hoá biểu tượng hay các mô hình, và chúng làm nhiều để cung cấp một cảm giác về cộng đồng đối với toàn bộ các nhà khoa học tự nhiên. Tuy chúng hoạt động mọi lúc, tầm quan trọng đặc biệt của chúng nổi lên khi các thành viên của một cộng đồng cá biệt phải nhận ra khủng hoảng hay, muộn hơn, phải chọn giữa các cách không tương thích để thực hành môn học của họ. Có lẽ các giá trị có ảnh hưởng sâu sắc nhất liên quan đến các tiên đoán: chúng phải chính xác; các tiên đoán định lượng được ưa hơn định thính; dù biên sai số cho phép ra sao, nó phải thoả mãn một cách nhất quán trong lĩnh vực cho trước; và v.v. Tuy vậy, cũng có các giá trị được dùng trong đánh giá toàn bộ các lí thuyết: chúng, trước hết và trên hết, phải cho phép trình bày câu đố và lời giải; nơi có thể chúng phải đơn giản, tự-nhất quán, và hợp lí, tương thích với các lí thuyết khác hiện được triển khai. (Bây giờ tôi nghĩ một điểm yếu của văn bản gốc của tôi là đã ít chú ý đến các giá trị như vậy như sự nhất quán bên trong và bên ngoài khi xem xét các nguồn khủng hoảng và các nhân tố trong sự lựa chọn lí thuyết). Cũng tồn tại các loại giá trị khác – thí dụ, khoa học phải (hay không cần) là có ích về mặt xã hộinhưng cái trước phải cho biết tôi nghĩ cái gì.

Một khía cạnh của các giá trị chung, tuy vậy, đòi hỏi sự đề cập cá biệt. Ở mức độ lớn hơn các loại thành phần khác của matrix môn, các giá trị có thể được chia sẻ bởi những người khác nhau về ứng dụng của họ. Các đánh giá về sự chính xác là tương đối ổn định, tuy không hoàn toàn, từ lúc này sang lúc khác và từ một thành viên sang thành viên khác trong một nhóm cá biệt. Nhưng đánh giá về tính đơn giản, nhất quán, hợp lí, và v.v thường thay đổi nhiều từ cá nhân này sang cá nhân khác. Cái đối với Einstein là một sự không

nhất quán không thể chịu được trong lí thuyết lượng tử cũ, đối với Bohr và những người khác là một khó khăn có thể tự kết thúc bằng các phương tiện thông thường. Thậm chí quan trọng hơn, trong các tình huống nơi các giá trị được dùng, các giá trị khác nhau, coi riêng ra, sẽ thường đưa ra các lựa chọn khác nhau. Một lí thuyết có thể chính xác hơn nhưng ít nhất quán hay hợp lí hơn lí thuyết khác; lại nữa lí thuyết lượng tử cũ cho một thí dụ. Tóm lại, tuy các giá trị được các nhà khoa học chia sẻ rộng rãi và tuy cam kết đối với chúng là cả sâu lẫn cơ bản về khoa học, áp dụng các giá trị đôi khi bị ảnh hưởng đáng kể bởi cá tính riêng và lí lịch phân biệt các thành viên của nhóm.

Đối với nhiều bạn đọc của các chương trước, đặc trưng này về hoạt động của các giá trị chung có vẻ là một điểm yếu chủ yếu của lập trường của tôi. Bởi vì tôi khăng khăng rằng cái các nhà khoa học chia sẻ là không đủ để có sự nhất trí đều về các vấn đề như vậy như sự lựa chọn giữa các lí thuyết cạnh tranh hay sự phân biệt giữa dị thường bình thường và dị thường gây khủng hoảng, tôi đôi khi bị lên án vì ca ngợi tính chủ quan và thậm chí tính phi duy lí.[159] Nhưng phản ứng đó bỏ qua hai đặc trưng biểu lộ bởi các đánh giá giá trị trong bất cứ lĩnh vực nào. Thứ nhất, các giá trị chung có thể là các yếu tố quyết định quan trọng của ứng xử nhóm cho dù các thành viên của nhóm không áp dụng chúng theo cùng cách. (Nếu giả như không phải thế, thì sẽ không có các vấn đề triết học đặc biệt về lí thuyết giá trị hay mĩ học). Các hoạ sĩ đã không vẽ giống nhau trong các thời kì khi miêu tả là một giá trị hàng đầu, nhưng hình mẫu phát triển của nghệ thuật tạo hình đã thay đổi mạnh mẽ khi giá trị đó được bỏ đi.[160] Hãy tưởng tượng cái gì sẽ xảy ra trong các khoa học nếu tính nhất quán thôi là giá trị căn bản. Thứ hai, tính hay thay đổi cá nhân trong áp dụng các giá trị dùng chung có thể thoả mãn các chức năng thiết yếu cho khoa học. Các điểm tại đó các giá trị phải được dùng luôn cũng là các điểm nơi phải chịu rủi ro. Hầu hết các dị thường được giải quyết bằng các phương tiện thông thường; hầu hết các đề xuất cho các lí thuyết mới hoá ra là sai. Nếu giả như tất cả thành viên của một cộng đồng đáp ứng lại với mỗi dị thường như một nguồn khủng hoảng hay theo mỗi lí thuyết mới do một đồng nghiệp đưa ra, thì khoa học sẽ ngừng. Nếu, mặt khác, không ai phản ứng với các dị thường hay với các lí thuyết hoàn toàn mới theo những cách có rủi ro cao, thì sẽ có ít hay không có cách mạng nào cả. Trong các vấn đề như thế này việc viện đến các giá trị dùng chung hơn là đến các quy tắc chung chi phối sự lựa chọn cá nhân, có thể là cách của cộng đồng để chia rủi ro và đảm bảo thành công dài hạn của việc làm táo bạo của nó.

Bây giờ quay sang loại yếu tố thứ tư trong matrix môn, không phải chỉ là một loại khác mà là loại cuối cùng tôi thảo luận ở đây. Đối với nó từ 'khung mẫu' sẽ là hoàn toàn thích hợp, cả về mặt triết học lẫn tự truyện; đấy là thành phần của các cam kết chung của một nhóm nó dẫn tôi đầu tiên đến lựa chọn từ ấy. Bởi vì thuật ngữ đã có một cuộc sống của riêng nó, tuy vậy, ở đây tôi sẽ thay thế 'các mẫu'. Qua nó, ban đầu, tôi muốn nói các lời giảivấn đề cụ thể mà các sinh viên bắt gặp từ khởi đầu của sự giáo dục khoa học của họ, bất luận trong các phòng thí nghiệm, trong các kì thi, hay ở cuối các chương của các sách giáo khoa khoa học. Tuy vậy, phải thêm vào các thí dụ mẫu dùng chung này chí ít một số lời giải-vấn đề kĩ thuật được thấy trong các tạp chí mà các nhà khoa học bắt gặp trong sự nghiệp nghiên cứu sau đại học của họ và bằng tấm gương chúng cũng cho họ thấy công việc của họ phải được tiến hành ra sao. Hơn các loại thành phần khác của matrix môn, những khác biệt giữa các tập của các mẫu cung cấp cho cộng đồng cấu trúc-tinh tế của khoa học. Tất cả các nhà vật lí, chẳng hạn, bắt đầu bằng học một số mẫu: các vấn đề như mặt phẳng nghiêng, con lắc hình nón, và các quỹ đạo Keplerian; các công cụ như vernier [thước chia thang phụ kèm thang chính], nhiệt lượng kế, và cầu Wheatstone [tên một loại mạch điện]. Khi việc đào tạo của họ tiến triển, tuy vậy, các khái quát hoá mà họ chia sẻ ngày càng được minh hoạ bằng các mẫu khác. Tuy cả các nhà vật lí chất rắn và vật lí lí thuyết trường đều chia sẻ phương trình Schrödinger, chỉ các ứng dụng sơ đẳng hơn của nó là chung cho cả hai nhóm.

3. Các Khung mẫu như các Mẫu Dùng Chung

Khung mẫu như mẫu dùng chung là yếu tố trung tâm của cái bây giờ tôi coi là khía cạnh mới nhất và ít được hiểu nhất của cuốn sách này. Các tấm gương, các mẫu vì thế sẽ đòi hỏi nhiều sự chú ý hơn các loại thành phần khác của matrix môn. Các nhà triết học khoa học thông thường đã không thảo luận các vấn đề [câu hỏi] mà các sinh viên bắt gặp trong các phòng thí nghiệm hay trong các sách giáo khoa khoa học, vì người ta nghĩ các vấn đề này chỉ để cung cấp sự tập luyện về áp dụng cái mà sinh viên đã biết rồi. Sinh viên không thể, người ta nói, giải các vấn đề chút nào trừ phi đầu tiên anh ta đã học lí thuyết và một số quy tắc để áp dụng nó. Tri thức khoa học được gắn trong lí thuyết và các quy tắc; các vấn đề, câu hỏi được cung cấp để có được năng khiếu trong việc áp dụng chúng. Tôi đã thử lí lẽ, tuy vậy, rằng sự định vị này của nội dung nhận thức về khoa học là sai. Sau khi sinh viên đã giải nhiều bài toán, anh ta có thể chỉ nhận được năng khiếu thêm bằng giải nhiều nhơn. Nhưng lúc đầu và một thời gian sau đó, làm các bài toán là học các thứ kèm theo về tự nhiên. Thiếu các mẫu như vậy, các định luật và lí thuyết mà anh ta đã học trước đây sẽ có ít nội dung kinh nghiệm.

Để biểu thị cái tôi nghĩ đến tôi quay lại các khái quát biểu tượng một cách ngắn gọn. Thí dụ được chia sẻ rộng rãi là Định luật Thứ hai của Newton về Chuyển động, nói chung được viết như $f = ma$. Nhà xã hội học, chẳng hạn, hay nhà ngôn ngữ người khám phá ra rằng biểu thức tương ứng được phát biểu và tiếp nhận một cách không mơ hồ bởi các thành viên của một cộng đồng cho trước không học được rất nhiều, mà không có nhiều khảo sát thêm, về hoặc biểu thức hay thuật ngữ có nghĩa là gì, về các nhà khoa học của cộng đồng gắn biểu thức cho tự nhiên ra sao. Thực vậy, sự thực rằng họ chấp nhận nó mà không nghi ngờ và dùng nó như một điểm tại đó để đưa ra các thao tác logic và toán học bản thân nó không hàm ý rằng họ có đồng ý chút nào về các vấn đề như ý nghĩa và ứng dụng. Tất nhiên họ có đồng ý ở mức độ đáng kể, hoặc sự thật sẽ mau chóng nổi lên từ thảo luận tiếp theo của họ. Nhưng người ta rất có thể hỏi ở điểm nào và bằng công cụ nào họ đã đi đến để làm vậy. Họ đã học thế nào, đối mặt với một tình thế thực nghiệm cho trước, để chọn ra các lực, các khối lượng, và các gia tốc liên quan?

Trong thực tiễn, tuy khía cạnh này về tình hình hiếm khi hay chẳng bao giờ được chú ý, cái các sinh viên phải học là thậm chí còn phức tạp hơn thế. Không hoàn toàn là thao tác logic và toán học được áp dụng trực tiếp cho $f = ma$. Biểu thức đó qua khảo sát hoá ra là một phác hoạ-qui luật hay một sơ đồ-qui luật. Khi sinh viên hay nhà khoa học hành nghề di chuyển từ một tình hình vấn đề sang cái tiếp theo, khái quát hoá biểu tượng, mà các thao tác đó áp dụng, thay đổi. Đối với trường hợp rơi tự do, $f = ma$ trở thành $mg = m\, d^2s/dt^2$; đối với con lắc đơn giản nó được biến đổi thành $mg \sin\theta = -ml\, d^2\theta/dt^2$; đối với một cặp các bộ dao động điều hoà tương tác nó trở thành hai phương trình, phương trình thứ nhất có thể được viết $m1\, d^2s1/dt^2 + k1s1 = k2(s2 - s1 + d)$; và đối với các tình huống phức tạp hơn, như con quay, nó lại có các dạng khác, mà nét giống nhau họ hàng với $f = ma$ còn khó phát hiện ra hơn nữa. Thế mà, trong khi học để nhận diện các lực, các khối lượng, và các gia tốc trong các tình huống vật lí đa dạng chưa được gặp trước đây, sinh viên cũng phải học để nghĩ ra phiên bản thích hợp của $f = ma$ qua đó để liên kết chúng, thường là một phiên bản mà trước đây anh ta chưa thấy cái tương đương thật nào. Anh ta học làm việc này thế nào?

Một hiện tượng quen thuộc với cả các sinh viên khoa học và các sử gia khoa học cho một manh mối. Các sinh viên thường nói lại rằng họ đã đọc hết cả một chương của sách giáo khoa của họ, đã hoàn toàn hiểu nó, nhưng dù sao vẫn gặp khó khăn giải một số vấn đề [bài tập] ở cuối chương. Thường, cũng vậy, các khó khăn đó được giải quyết theo cùng cách. Sinh viên phát hiện ra, với hoặc không có sự giúp đỡ của thầy giáo, một cách để nhận ra vấn đề của anh ta *giống như* một vấn đề mà anh ta đã gặp rồi. Sau khi nhìn thấy sự giống nhau, nắm được sự tương tự giữa hai hay nhiều vấn đề khác biệt, anh ta có thể liên kết các kí hiệu với nhau và gắn chúng cho tự nhiên theo các cách đã tỏ ra có kết quả trước đây. Phác hoạ-qui luật, chẳng hạn như $f = ma$, đã hoạt động như một công cụ, báo cho sinh viên biết nên tìm những sự tương tự nào, báo hiệu cái gestalt trong đó tình thế nên được thấy. Năng lực được tạo thành như thế để thấy đủ loại tình huống như giống nhau, như các đối tượng cho $f = ma$ hay khái quát hoá biểu tượng nào đó, tôi nghĩ, là cái chính

mà một sinh viên thu được bằng cách làm các bài toán mẫu, bất luận với bút chì và giấy hay trong một phòng thí nghiệm được thiết kế tốt. Sau khi anh ta đã hoàn thành một số lượng nào đấy, số đó thay đổi nhiều từ người này sang người kia, anh ta nhìn các tình huống đối mặt với mình như một nhà khoa học trong cùng gestalt như các thành viên khác của nhóm chuyên môn của anh ta. Đối với anh ta chúng không còn là cùng các tình huống anh ta đã bắt gặp khi bắt đầu học. Anh ta trong lúc ấy đã đồng hoá một cách nhìn được thời gian thử thách và được nhóm cho phép.

Vai trò của các mối quan hệ giống nhau thu được cũng thể hiện rõ ràng trong lịch sử khoa học. Các nhà khoa học giải câu đố bằng mô phỏng chúng theo các lời giải-câu đố trước, thường chỉ với sự cầu viện tối thiểu đến các khái quát hoá biểu tượng. Galileo đã thấy rằng một quả bóng lăn xuống một mặt nghiêng thu đúng đủ tốc độ để quay lại cùng độ cao theo chiều dọc trên một mặt nghiêng thứ hai có độ dốc bất kỳ, và ông đã học để nhìn tình huống thực nghiệm đó giống như con lắc với một điểm-khối lượng cho quả lắc. Huyghens sau đó đã giải quyết vấn đề về tâm dao động của một con lắc vật lí bằng tưởng tượng rằng vật thể trải rộng của con lắc vật lí bao gồm các con lắc-điểm Galilean, các liên kết giữa chúng có thể được giải phóng đồng thời ở bất cứ điểm nào trong sự đu đưa. Sau khi các liên kết được giải phóng, các con lắc điểm riêng lẻ sẽ đu đưa một cách tự do, nhưng trọng tâm tập thể của chúng khi mỗi con lắc điểm đạt đỉnh điểm của nó, giống trọng tâm của con lắc của Galileo, lên chỉ đến độ cao mà từ đó trọng tâm của con lắc trải rộng bắt đầu rơi. Cuối cùng, Daniel Bernoulli đã khám phá ra làm thế nào để khiến dòng nước từ một vòi phun giống con lắc của Huyghens. Xác định sự hạ xuống của trọng tâm của nước trong bể và vòi phun trong một khoảng thời gian vô cùng nhỏ. Tiếp theo hãy tưởng tượng rằng mỗi hạt nước sau đó chuyển động lên một cách riêng rẽ đến độ cao cực đại có thể đạt được với tốc độ thu được trong khoảng thời gian đó. Độ hạ xuống của trọng tâm của cá nhân các hạt nước khi đó phải bằng độ hạ xuống của trọng tâm của nước trong bể và vòi. Từ cách nhìn đó về vấn đề, suy ra ngay tốc độ phun mà người ta đã tìm kiếm từ lâu.[161]

Thí dụ đó phải bắt đầu làm rõ cái tôi muốn nói bằng học từ các vấn đề để nhìn các tình huống như giống lẫn nhau, như các đối tượng cho sự áp dụng cùng qui luật khoa học hay phác thảo-qui luật. Đồng thời nó phải cho thấy vì sao tôi nhắc đến sự hiểu biết về tự nhiên như kết quả thu nhận được trong khi học mối quan hệ tương tự và sau đó được biểu hiện trong cách nhìn các tình huống vật lí hơn là trong các quy tắc hay các qui luật. Ba vấn đề trong thí dụ, tất cả chúng đều là các mẫu cho các nhà cơ học thế kỉ mười tám, triển khai chỉ một qui luật tự nhiên. Được biết đến như nguyên lí *vis viva*, nó thường được phát biểu như: “Sự hạ xuống thực tế bằng sự đi lên tiềm năng”. Việc Bernoulli áp dụng qui luật phải ám chỉ nó đã có kết quả thế nào. Thế nhưng sự phát biểu bằng lời của qui luật, bản thân nó, là hầu như không có hiệu lực gì. Trình bày nó cho một sinh viên vật lí đương thời, người biết các từ và có thể làm tất cả các bài toán này nhưng bây giờ dùng các phương tiện khác. Rồi hãy tưởng tượng các từ, tuy tất cả đều biết, có thể được nói thế nào cho một người thậm chí không biết các bài toán. Đối với anh ta sự khái quát hoá có thể bắt đầu hoạt động chỉ khi anh ta đã học để nhận ra “các độ hạ xuống thực tế” và “các độ đi lên tiềm năng” như các thành phần của tự nhiên, và đó là đi học cái gì đó, trước qui luật, về các tình huống mà tự nhiên có và không trình bày. Loại hiểu biết đó không thu được chỉ bằng các phương tiện lời nói. Đúng hơn nó đến như cho người ta trước các từ cùng với các thí dụ mẫu về chúng được dùng thế nào; tự nhiên và các từ được học cùng nhau. Để mượn một lần nữa cách nói hữu ích của Michael Polanyi, kết quả nảy sinh ra từ quá trình này là ‘tri thức ngầm – tacit knowledge” nhận được bằng làm khoa học hơn là bằng kiếm được các quy tắc để làm khoa học.

4. Tri thức Ngầm và Trực giác

Sự ám chỉ đó đến tri thức ngầm và sự đồng lòng bác bỏ các quy tắc cô lập một vấn đề khác nữa đã gây bực bội cho nhiều nhà phê bình của tôi và có vẻ tạo cơ sở cho các lời buộc tội về tính chủ quan và tính phi duy lí. Một số bạn đọc đã cảm thấy rằng tôi thử làm cho khoa học dựa vào các trực giác cá nhân không thể phân tích được hơn là vào logic và qui luật. Nhưng sự diễn giải đó đi lạc đường trong hai khía cạnh cốt yếu. Thứ nhất, nếu tôi có nói chút nào về các trực giác, chúng không mang tính cá nhân. Đúng hơn chúng là những tài sản được thử thách và được dùng chung của các thành viên của một nhóm thành công, và người mới vào có được nó qua đào tạo như một phần của sự chuẩn bị của anh ta cho tư cách thành viên của nhóm. Thứ hai, chúng không phải về nguyên lí không thể phân tích được. Ngược lại, hiện nay tôi đang thử nghiệm một chương trình máy tính được thiết kế để khảo sát các tính chất của chúng ở mức sơ đẳng.

Về chương trình đó tôi sẽ không có gì để nói ở đây,[162] song thậm chí việc nhắc đến nó phải nêu rõ vấn đề cốt yếu nhất của tôi. Khi tôi nói về tri thức được gắn trong các mẫu dùng chung, tôi không nhắc đến một phương thức hiểu biết ít có hệ thống hay ít có thể phân tích được hơn tri thức được gắn trong các quy tắc, các qui luật, hay các tiêu chuẩn nhận diện. Thay vào đó tôi nghĩ đến một cách hiểu biết, cách bị hiểu sai nếu được dựng lại dưới dạng các quy tắc đầu tiên được trừu tượng hoá từ các mẫu và sau đó hoạt động thay cho chúng. Hoặc, diễn đạt cùng điểm đó một cách khác đi, khi tôi nói về nhận được từ các mẫu năng lực để nhận ra một tình huống cho trước giống như tình huống nào đó và không giống các tình huống khác mà ta đã nhìn thấy trước đó, tôi không gợi ý một quá trình không có khả năng giải thích được hoàn toàn một cách tiềm năng dưới dạng cơ chế neuron-não. Thay vào đó tôi cho rằng sự giải thích đó, do bản chất của nó, sẽ không giải đáp cho câu hỏi, “Tương tự đối với cái gì?” Câu hỏi đó là một yêu cầu đối với một quy tắc, trong trường hợp này đối với các tiêu chuẩn theo đó các tình huống cá biệt được nhóm lại vào các tập giống nhau, và tôi lí lẽ rằng sự cám dỗ để tìm kiếm các tiêu chuẩn (hay chí ít một tập đầy đủ) phải bị kháng cự trong trường hợp này. Nó, tuy vậy, không là hệ thống mà là một loại hệ thống cá biệt mà tôi phản đối.

Để cho điểm đó nội dung, tôi phải lạc đề một chút. Cái tiếp theo có vẻ hiển nhiên đối với tôi bây giờ, nhưng sự cầu viện liên tục trong văn bản gốc của tôi đến các lối nói như “thế giới thay đổi” gợi ý rằng nó đã không luôn là vậy. Nếu hai người đứng ở cùng chỗ và nhìn chằm chằm vào cùng hướng, dưới ảnh hưởng của thuyết duy ngã, ta phải kết luận rằng họ nhận được các kích thích giống sát nhau. (Nếu cả hai cùng để mắt mình vào một chỗ, các kích thích sẽ y hệt nhau). Song người ta không nhìn thấy các kích thích; hiểu biết của chúng ta về chúng mang tính lí thuyết và trừu tượng cao. Thay vào đó họ có cảm giác, và ta không hề bị ép buộc để giả sử rằng các cảm giác của hai người nhìn của chúng ta là như nhau. (Những người hay hoài nghi có thể nhớ rằng không ở đâu nhận ra sự mù màu cho đến khi John Dalton mô tả nó năm 1794). Ngược lại, nhiều xử lí thần kinh xảy ra giữa việc nhận một kích thích và sự biết một cảm giác. Giữa vài thứ mà chúng ta biết về nó với sự chắc chắn là: các kích thích rất khác nhau có thể tạo ra cùng cảm giác; cùng kích thích có thể tạo ra các cảm giác khác nhau; và cuối cùng, đường từ kích thích đến cảm giác một phần bị điều kiện hoá bởi sự giáo dục. Các cá nhân lớn lên trong các xã hội khác nhau ứng xử trong một số dịp cứ như họ nhìn thấy các thứ khác nhau. Nếu giả như chúng ta không bị cám dỗ đi đồng nhất các kích thích với các cảm giác một-đốimột, chúng ta có thể nhận ra rằng họ thực sự làm thế.

Bây giờ lưu ý là hai nhóm, các thành viên của chúng có các cảm giác khác nhau một cách có hệ thống khi nhận được cùng các kích thích, *theo nghĩa nào đó*, có sống trong các thế giới khác nhau. Ta thừa nhận sự tồn tại của các kích thích để giải thích năng lực tri giác của chúng ta về thế giới, và ta thừa nhận tính không biến đổi của chúng để tránh cả thuyết duy ngã cá nhân lẫn xã hội. Tôi không có chút dè dặt nào về cả hai sự thừa nhận. Nhưng thế giới của chúng ta lúc đầu được cư trú không bởi các kích thích mà bởi các đối tượng của các cảm giác của chúng ta, và những cái này không nhất thiết là như nhau, từ cá nhân sang cá nhân hay từ nhóm sang nhóm. Tất nhiên, ở chừng mực các cá nhân thuộc về cùng nhóm và như thế có chung sự giáo dục, ngôn ngữ, kinh nghiệm, và văn hoá, chúng ta có lí do chính đáng để giả sử rằng các cảm giác

của họ là như nhau. Khác đi thì làm sao chúng ta hiểu được tính đầy đủ của sự liên lạc của họ và tính cộng đồng của các đáp ứng cư xử của họ đối với môi trường của họ? Họ phải nhìn thấy các thứ, xử lí các kích thích, về cơ bản theo cùng cách. Song ở nơi sự phân biệt và chuyên môn hoá của các nhóm bắt đầu, ta không có chứng cớ tương tự cho tính không thay đổi của cảm giác. Chỉ có chủ nghĩa địa phương cục bộ, tôi nghi, khiến chúng ta đi giả sử rằng con đường từ các kích thích đến cảm giác là như nhau cho các thành viên của mọi nhóm.

Bây giờ quay sang các mẫu và các quy tắc, cái tôi đã thử gợi ý, theo cách dù sơ bộ đến đâu, là thế này. Một trong những kĩ thuật cơ bản theo đó các thành viên của một nhóm, bất luận cả một nền văn hoá hay một cộng đồng nhỏ của các nhà chuyên môn bên trong nó, học để nhìn thấy cùng các thứ khi đối mặt với cùng các kích thích, là được cho thấy các ví dụ về các tình huống mà các bậc tiền bối của họ trong nhóm đã học được rồi để nhìn các loại tình huống khác như giống nhau và như khác nhau. Các tình huống giống nhau này có thể là các trình diễn giác quan liên tiếp của cùng một cá nhân – thí dụ người mẹ, người cuối cùng được nhận ra khi nhìn như bà vốn là và như khác với bố hay chị. Chúng có thể là các trình diễn về các thành viên của các họ tự nhiên, thí dụ một mặt của các thiên nga và mặt khác của các con ngỗng. Hoặc chúng có thể, đối với các thành viên của các nhóm chuyên biệt hơn, như thí dụ về tình huống Newtonian, tức là, các tình huống giống nhau dưới sự lệ thuộc vào một phiên bản của dạng biểu tượng $f = ma$ và là những cái khác với các tình huống mà các phác hoạ-qui luật của quang học áp dụng chẳng hạn.

Thừa nhận lúc này rằng cái gì đó thuộc loại này có xảy ra. Chúng ta phải nói rằng cái đã nhận được từ các mẫu là các quy tắc và năng lực để dùng chúng? Mô tả đó là cám dỗ bởi vì việc chúng ta nhìn một tình huống như giống các tình huống chúng ta đã bắt gặp trước đó phải là kết quả của xử lí thần kinh, được chi phối hoàn toàn bởi các qui luật vật lí và hoá học. Theo nghĩa này, một khi chúng ta đã học để làm cái đó, việc nhận ra sự giống nhau phải hoàn toàn có hệ thống như việc đập của tim chúng ta. Nhưng chính sự tương tự đó gợi ý rằng sự nhận ra cũng có thể là không chủ ý, một quá trình trên đó chúng ta không có sự kiểm soát nào. Nếu thế, thì chúng ta có thể không hình dung nó một cách thoả đáng như cái gì đó mà chúng ta cai quản bằng áp dụng các quy tắc và các tiêu chuẩn. Nói về nó dưới dạng đó ngụ ý rằng chúng ta có tiếp cận đến các lựa chọn khả dĩ, rằng chúng ta có thể, thí dụ, đã không tuân theo một quy tắc, hay dùng sai một tiêu chuẩn, hay đã thử nghiệm cách khác nào đó về nhìn.[163] Đó, tôi cho là, đúng các loại việc chúng ta không thể làm.

Hoặc, chính xác hơn, đó là các thứ chúng ta không thể làm cho đến sau khi chúng ta đã có một cảm giác, đã lĩnh hội được cái gì đó. Sau đó chúng ta thường tìm kiếm các tiêu chuẩn và đưa chúng vào dùng. Rồi chúng ta có thể tiến hành diễn giải, một quá trình cân nhắc theo đó chúng ta lựa chọn giữa các khả năng khả dĩ như chúng ta làm trong bản thân tri giác. Có lẽ, thí dụ, có cái gì đó kì cục về cái ta đã thấy (nhớ lại các con bài dị thường). Rẽ một góc phố chúng ta thấy mẹ bước vào một cửa hàng ở trung tâm thành phố vào lúc chúng ta nghĩ bà ở nhà. Suy ngẫm người chúng ta vừa nhìn thấy đột nhiên chúng ta kêu lên, “Đó không phải là mẹ, vì bà có tóc đỏ!” Bước vào cửa hàng chúng ta lại nhìn người phụ nữ và chẳng thể hiểu làm sao lại có thể coi bà ta là mẹ. Hay, có lẽ chúng ta thấy lông đuôi của một con chim nước ăn ở đáy một hồ nông. Nó là một con thiên nga hay một con ngỗng? Chúng ta suy ngẫm cái chúng ta đã nhìn thấy, so sánh trong óc lông đuôi với lông đuôi của các con thiên nga và ngỗng mà chúng ta đã thấy trước đó. Hay, có lẽ, do là nguyên-nhà khoa học, chúng ta đơn giản muốn biết đặc trưng chung nào đó (độ trắng của thiên nga chẳng hạn) của các thành viên của một họ tự nhiên chúng ta có thể dễ nhận ra. Lại thế, chúng ta suy ngẫm cái chúng ta đã nhận biết trước đây, tìm cái các thành viên của một họ cho trước cùng có chung.

Đấy đều là các quá trình cân nhắc, và trong chúng chúng ta có tìm và triển khai các tiêu chuẩn và quy tắc. Tức là, chúng ta thử diễn giải các cảm giác đã có sẵn rồi, thử phân tích cái được cho trước đối với chúng ta. Dù chúng ta làm điều đó ra sao, quá trình liên quan phải cuối cùng là quá trình thần kinh, và chúng vì thế được chi phối bởi cùng các qui luật *vật lí-hoá học* một mặt chi phối sự tri giác và mặt khác chi phối sự đập của trái tim chúng ta. Nhưng sự thực rằng hệ thống tuân theo cùng các qui luật ở cả ba

trường hợp không cho lí do để giả sử rằng bộ máy thần kinh của chúng ta được lập trình để hoạt động theo cách như nhau trong diễn giải như trong tri giác hay trong cả hai như trong sự đập của tim chúng ta. Vì thế trong cuốn sách này cái tôi đã phản đối là sự cố gắng, là truyền thống kể từ Descartes nhưng không trước đó, để phân tích tri giác như một quá trình diễn giải, như một phiên bản vô thức của cái ta làm sau khi chúng ta đã tri giác.

Cái làm cho tính toàn vẹn của tri giác đáng nhấn mạnh, tất nhiên, là rất nhiều kinh nghiệm quá khứ được gắn vào bộ máy thần kinh cái biến đổi các kích thích thành các cảm giác. Một cơ chế tri giác được lập trình thích hợp có giá trị sống sót. Đi nói rằng các thành viên của các nhóm khác nhau có thể có các tri giác khác nhau khi đối mặt với cùng các kích thích không ngụ ý rằng họ có thể có bất cứ tri giác nào. Trong nhiều hoàn cảnh một nhóm không biết phân biệt chó sói với chó có thể không tồn tại. Một nhóm các nhà vật lí hạt nhân ngày nay cũng chẳng thể tồn tại như các nhà khoa học nếu không có khả năng nhận ra các vết của các hạt alpha và các electron. Chính bởi vì rất ít cách nhìn sẽ thích hợp đến mức những cách đã chịu được các thử thách về sử dụng nhóm là đáng truyền từ thế hệ này sang thế hệ khác. Đồng thời, chính bởi vì chúng được lựa chọn để thành công trải qua thời kì lịch sử mà chúng ta phải nói về kinh nghiệm và tri thức về tự nhiên được gắn vào con đường kích thích-đến-cảm giác.

Có lẽ ‘tri thức’ là từ sai, nhưng có các lí do để dùng nó. Cái được gắn vào quá trình thần kinh, quá trình biến đổi các kích thích thành cảm giác có các đặc trưng sau: nó được chuyển giao thông qua giáo dục; bằng thử, nó được thấy là có kết quả hơn các đối thủ cạnh tranh lịch sử của nó trong môi trường thịnh hành của một nhóm; và, cuối cùng, nó phải thay đổi cả qua giáo dục thêm và qua sự khám phá ra những sự không thích hợp với môi trường. Đó là các đặc trưng của tri thức, và chúng giải thích vì sao tôi dùng từ này. Nhưng nó là cách dùng kì lạ, vì thiếu một đặc trưng khác. Chúng ta không có tiếp cận trực tiếp đến cái chúng ta biết, không có các quy tắc hay khái quát hoá mà với chúng, ta có thể bày tỏ tri thức này. Các quy tắc có thể cung cấp sự tiếp cận đó sẽ nhắc đến các kích thích chứ không phải các cảm giác, và các kích thích chúng ta có thể biết chỉ thông qua lí thuyết tinh vi. Thiếu nó, tri thức được gắn trong đường đi kích thích-đến-cảm giác vẫn là ngầm ẩn.

Tuy rõ ràng là sơ bộ và không nhất thiết đúng về mọi chi tiết, cái vừa được nói về cảm giác được hiểu theo nghĩa đen. Chí ít nó là một giả thuyết về sự nhìn phải chịu khảo sát thực nghiệm tuy có lẽ không có kiểm tra trực tiếp. Song thảo luận như thế này về sự nhìn và cảm giác ở đây cũng cung cấp các chức năng ẩn dụ như nó làm trong thân bài của cuốn sách. Chúng ta không *nhìn thấy* các electron, mà đúng hơn thấy các vết hay khác đi các bong bóng hơi nước trong buồng mây. Chúng ta chẳng *nhìn thấy* các dòng điện chút nào, mà đúng hơn thấy kim của ampe kế hay của dụng cụ đo điện. Thế mà ở các trang trước, đặc biệt ở Mục X, tôi đã cư xử lặp đi lặp lại cứ như là ta có thấy các thực thể lí thuyết như các dòng điện, electron, các trường, cứ như chúng ta đã học để làm vậy từ khảo sát các mẫu tương tự, và cứ như trong cả các trường hợp này nữa sẽ là sai đi thay việc thảo luận về sự nhìn bằng việc thảo luận về các tiêu chuẩn và diễn giải. Phép ẩn dụ chuyển ‘sự nhìn’ đến các ngữ cảnh như thế này hầu như không là một cơ sở đủ cho các yêu sách như vậy. Về dài hạn sẽ phải loại bỏ nó để ủng hộ một phương thức đàm luận thật sự hơn.

Chương trình máy tính nói đến ở trên bắt đầu đề xuất những cách mà điều đó có thể được thực hiện, song do cả chỗ sẵn có lẫn mức độ hiểu biết hiện thời của tôi không cho phép tôi loại bỏ phép ẩn dụ ở đây.[164] Thay vào đó tôi sẽ thử bảo vệ nó một cách ngắn gọn. Nhìn thấy các giọt nước nhỏ hay kim trên một thang chia độ là kinh nghiệm giác quan sơ đẳng cho người không quen với các buồng mây và các ampe kế. Nó như thế đòi hỏi sự suy ngẫm, phân tích, và diễn giải (hoặc khác đi sự can thiệp của uy quyền bên ngoài) trước khi có thể rút ra kết luận về các điện tử hay dòng điện. Song vị thế của người đã học về các công cụ này và có nhiều kinh nghiệm mẫu với chúng là rất khác, và có các sự khác biệt tương ứng về cách anh ta xử lí các kích thích đến với anh ta từ chúng. Về hơi trong hơi thở của anh ta vào chiều đông lạnh, cảm giác của anh ta có thể cũng như cảm giác của một người thường, nhưng nhìn một buồng mây anh ta thấy (theo nghĩa đen ở đây) không phải các giọt nước nhỏ mà là các vết của các electron, các hạt alpha, và

v.v. Các vết này, nếu bạn muốn, là các tiêu chuẩn mà anh ta diễn giải như các chỉ số hiện diện của các hạt tương ứng, nhưng con đường đó cả ngắn hơn lẫn khác với con đường mà một người diễn giải các hạt nước nhỏ lần mò.

Hoặc xét nhà khoa học xem một ampe kế để xác định số nơi kim dừng lại. Cảm giác của anh ta có lẽ là như của người thường, đặc biệt nếu người sau đã đọc các loại đồng hồ đo khác trước đó. Nhưng anh ta đã thấy đồng hồ đo (lại theo nghĩa đen) trong ngữ cảnh của toàn bộ mạch điện, và biết cái gì đó về cấu trúc bên trong của nó. Đối với anh ta vị trí của kim là một tiêu chuẩn, nhưng chỉ của *giá trị* dòng điện. Để diễn giải nó anh ta cần xác định chỉ cần phải đọc đồng hồ đo trên thang nào. Mặt khác, đối với người thường, vị trí của kim không là một tiêu chuẩn của bất cứ thứ gì trừ bản thân nó. Để diễn giải nó, ông ta phải khảo sát toàn bộ sơ đồ đi dây, bên trong và bên ngoài, thử nghiệm với pin và nam châm, và v.v. Trong cách dùng ẩn dụ không ít hơn cách dùng thật của 'sự nhìn', diễn giải bắt đầu nơi tri giác kết thúc. Hai quá trình là không như nhau, và cái tri giác để lại cho diễn giải hoàn thành phụ thuộc rất mạnh vào bản chất và lượng kinh nghiệm và đào tạo trước.

5. Các mẫu, Tính không so sánh được, và các cuộc Cách mạng

Cái vừa được nói cung cấp một cơ sở để làm rõ một khía cạnh nữa của cuốn sách: các nhận xét của tôi về tính không thể so sánh và các hệ quả của nó cho các nhà khoa học tranh cãi sự lựa chọn giữa các lí thuyết kế tiếp.[165] Trong các Mục X và XII tôi đã lí lẽ rằng các bên của các tranh cãi như vậy chắc hẳn nhìn một cách khác nhau số nào đó của các tình huống thực nghiệm hay quan sát mà cả hai đều trông cậy vào. Tuy nhiên, vì từ vựng theo đó họ thảo luận các tình huống như vậy bao gồm chủ yếu các thuật ngữ như nhau, họ phải gắn một số các từ đó cho tự nhiên một cách khác nhau, và sự truyền thông [liên lạc] của họ chắc hẳn chỉ là một phần. Kết quả là, tính ưu việt của một lí thuyết đối với lí thuyết khác là cái gì đó không thể được chứng minh trong tranh cãi. Thay vào đó, tôi đã nhấn mạnh, mỗi bên phải thử, bằng thuyết phục, cải biến bên kia. Chỉ các nhà triết học đã hiểu sai ý định của các phần này của lí lẽ của tôi. Một số họ, tuy vậy, đã nói rằng tôi tin điều sau:[166] Những người đề xuất các lí thuyết không thể so sánh không thể liên lạc với nhau chút nào; kết quả là, trong một tranh cãi về chọn-lí thuyết, không thể có viện dẫn đến các lí do *chính đáng*; thay vào đó lí thuyết phải được chọn vì các lí do cuối cùng mang tính cá nhân và chủ quan; một loại tổng giác huyền bí nào đó chịu trách nhiệm về quyết định thực sự đạt được. Hơn bất cứ phần khác nào của cuốn sách, các đoạn trong đó những sự hiểu sai này dựa vào đã chịu trách nhiệm về các lời buộc tội về tính phi duy lí.

Đầu tiên hãy xem xét các nhận xét của tôi về chứng minh. Điểm mà tôi đã thử đưa ra là điểm đơn giản, quen thuộc từ lâu trong triết học khoa học. Các tranh luận về chọn-lí thuyết không thể sắp đặt vào một dạng hoàn toàn giống với chứng minh logic hay toán học. Trong chứng minh sau, các tiền đề và các quy tắc suy diễn được quy định ngay từ đầu. Nếu có sự bất đồng về các kết luận, các bên tranh luận có thể truy lại các bước của mình từng bước một, kiểm tra mỗi bước với quy định trước. Khi kết thúc quá trình đó một bên hay bên kia phải thừa nhận rằng mình đã phạm một sai lầm, vi phạm quy tắc đã được chấp nhận trước. Sau sự thú nhận đó anh ta không có gì để trông cậy, và chứng minh của đối thủ của anh ta sau đó là thuyết phục. Chỉ nếu hai bên phát hiện ra rằng thay vào đó họ khác nhau về ý nghĩa hay về việc dùng các qui tắc đã được quy định, rằng sự thống nhất trước của họ không cung cấp đủ cơ sở cho chứng minh, thì tranh luận mới tiếp tục ở dạng nó chắc hẳn có trong các cuộc cách mạng khoa học. Tranh luận đó là về các tiền đề, và sự trông cậy của nó là đối với sự thuyết phục như một khúc dạo đầu cho khả năng chứng minh.

Không gì về luận đề tương đối đơn giản đó ngụ ý hoặc rằng không có các lí do chính đáng để được thuyết phục hay rằng các lí do đó không có tính quyết định cuối cùng cho nhóm. Nó thậm chí cũng không ngụ ý rằng các lí do để chọn là khác với các lí do thường được các nhà triết học khoa học liệt kê ra: tính chính xác, tính đơn giản, tính có kết quả, và những cái giống thế. Cái nó phải gợi ý, tuy vậy, là các lí do như vậy hoạt động như các giá trị và như thế chúng có thể được những người nhất trí tôn trọng chúng dùng theo cách khác nhau, một cách cá nhân hay tập thể. Nếu hai người không đồng ý, chẳng hạn, về tính hiệu quả tương đối của các lí thuyết của họ, hoặc nếu họ đồng ý về điều đó song bất đồng về tầm quan trọng tương đối của tính hiệu quả và, thí dụ, về quy mô trong đạt đến một lựa chọn, chẳng ai có thể bị kết tội phạm một sai lầm. Cũng chẳng ai là phi khoa học cả. Không có thuật giải trung lập nào cho lựa chọn lí thuyết, không có thủ tục có hệ thống nào, dùng một cách thích hợp, phải dẫn mỗi cá nhân trong nhóm đến cùng quyết định. Theo nghĩa này chính cộng đồng của các nhà chuyên môn hơn là cá nhân các thành viên của nó đưa ra quyết định thật sự. Để hiểu vì sao khoa học phát triển như nó phát triển, ta không cần phải làm sáng tỏ chi tiết tiểu sử và tính cách cái dẫn mỗi cá nhân đến một lựa chọn cá biệt, tuy chủ đề đó cực kì quyến rũ. Cái ta phải hiểu, tuy vậy, là cách theo đó một tập cá biệt của các giá trị chung tương tác với các kinh nghiệm cá biệt được cộng đồng các nhà chuyên môn chia sẻ để đảm bảo rằng hầu hết thành viên của nhóm cuối cùng sẽ tìm thấy một tập các lí lẽ hơn là tập khác có tính quyết định.

Quá trình đó là sự thuyết phục, song nó đưa ra một vấn đề sâu hơn. Hai người quan sát cùng tình huống một cách khác nhau tuy nhiên dùng cùng từ vựng khi thảo luận nó phải dùng các từ một cách khác nhau.

Tức là, họ nói từ cái tôi đã gọi là các quan điểm không so sánh được. Làm sao họ có thể thậm chí hi vọng nói chuyện với nhau ít hơn nhiều để có sức thuyết phục. Ngay cả một câu trả lời sơ bộ cho câu hỏi đó đòi hỏi sự định rõ thêm về bản chất khó khăn, Tôi cho rằng, chí ít một phần, nó có dạng sau.

Thực hành khoa học thông thường phụ thuộc vào năng lực, nhận được từ các mẫu, để nhóm các đối tượng và các tình huống vào các tập giống nhau có tính nguyên thuỷ theo nghĩa sự nhóm lại được tiến hành mà không có một câu trả lời cho câu hỏi, “Giống với cái gì?” Một khía cạnh chính của bất cứ cách mạng nào, khi đó, là một số quan hệ giống nhau thay đổi. Các đối tượng được nhóm vào cùng tập trước đây được nhóm vào các tập khác sau đó và ngược lại. Hãy nghĩ về mặt trời, mặt trăng, sao Hoả, và trái đất trước và sau Copernicus; về rơi tự do, con lắc, và chuyển động hành tinh trước và sau Galileo; hay về các muối, các hợp kim, và sulphur-sắt sắp xếp trộn lẫn trước và sau Dalton. Vì hầu hết các đối tượng bên trong thậm chí các tập đã thay đổi tiếp tục được nhóm lại với nhau, tên của các tập thường được duy trì. Tuy nhiên, sự chuyển một tập con thường là phần của một sự thay đổi quyết định trong mạng lưới của các tương tác giữa chúng. Chuyển các kim loại từ tập các hợp chất sang tập của các nguyên tố đóng một vai trò căn bản trong sự nổi lên của một lí thuyết mới về sự cháy, về tính axít, và về sự kết hợp vật lí và hoá học. Nhanh và không ồn ào những thay đổi đó đã lan ra toàn bộ hoá học. Không ngạc nhiên, vì thế, khi những sự phân bổ lại như thế xảy ra, hai người mà sự thuyết trình của họ trước đây được tiến hành với sự hiểu biết hình như hoàn toàn có thể đột nhiên thấy mình đáp lại cùng kích thích với những mô tả và khái quát hoá không tương thích. Các khó khăn đó sẽ không được cảm thấy ở tất cả các lĩnh vực của thậm chí thuyết trình khoa học của họ, nhưng chúng sẽ xảy ra và sau đó sẽ tụm lại dày đặc nhất xung quanh các hiện tượng mà trên đó sự lựa chọn lí thuyết phụ thuộc chủ yếu vào.

Các vấn đề như vậy, tuy đầu tiên chúng trở thành rõ rệt trong truyền thông, không chỉ mang tính ngôn ngữ, và chúng không thể được giải quyết đơn giản bằng quy định các định nghĩa của các thuật ngữ gây rắc rối. Bởi vì các từ mà xung quanh đó các khó khăn tụ lại đã được học một phần từ ứng dụng trực tiếp cho các mẫu, những người tham gia trong một sự sụp đổ truyền thông không thể nói, “tôi dùng từ ‘nguyên tố’ (hay ‘hỗn hợp’, hay ‘hành tinh’, hay ‘chuyển động không bị ràng buộc’) theo các cách xác định bởi các tiêu chuẩn sau”. Tức là, họ không thể viện đến một ngôn ngữ trung lập mà cả hai dùng theo cùng cách và thích hợp cho sự phát biểu của cả hai lí thuyết của họ hay thậm chí của các hệ quả thực nghiệm của cả hai lí thuyết đó. Một phần của sự khác biệt là có trước việc dùng ngôn ngữ trong đó nó tuy nhiên được phản ánh.

Những người trải nghiệm những sự sụp đổ truyền thông như vậy, tuy vậy, phải có sự cầu viện nào đó. Các kích thích ảnh hưởng đến họ là như nhau. Bộ máy thần kinh chung của họ cũng thế, cho dù được lập trình khác nhau đến đâu. Hơn nữa, trừ trong một lĩnh vực nhỏ, nếu hoàn toàn quan trọng, về kinh nghiệm thậm chí sự lập trình thần kinh của họ phải là rất gần như nhau, vì họ có chung lịch sử, trừ quá khứ gần nhất. Kết quả là, cả thế giới hàng ngày của họ lẫn hầu hết thế giới khoa học và ngôn ngữ của họ là chung. Căn cứ vào ngần ấy cái chung, họ phải có khả năng để tìm ra rất nhiều về họ khác nhau ra sao. Các kĩ thuật cần đến, tuy vậy, là không dễ hiểu, hay thoải mái, hay là phần của kho vũ khí thông thường của nhà khoa học. Các nhà khoa học hiếm khi thừa nhận chúng cho đúng cái chúng là, và họ hiếm khi dùng chúng lâu hơn cần thiết để gây ra sự cải biến hay thuyết phục bản thân họ rằng nó sẽ không đạt được.

Diễn đạt ngắn gọn, cái mà những người tham gia trong một sự sụp đổ truyền thông có thể làm là đi nhận ra nhau như các thành viên của các cộng đồng ngôn ngữ khác nhau và sau đó trở thành những người phiên dịch.[167] Coi những khác biệt giữa các thuyết trình trong nội bộ và giữa các nhóm của riêng họ như một chủ đề nghiên cứu, đầu tiên họ có thể thử phát hiện ra các từ hay các cụm từ, được dùng không có vấn đề gì bên trong mỗi cộng đồng, tuy nhiên là các tụ điểm rắc rối cho các thảo luận giữa các nhóm. (Các cụm từ không gây ra khó khăn nào như vậy có thể được dịch một cách đồng âm). Sau khi đã cô lập các lĩnh vực như vậy về khó khăn trong truyền thông khoa học, tiếp theo họ có thể phải dùng đến các từ vựng dùng chung thường ngày của họ trong một nỗ lực thêm để làm sáng tỏ các rắc rối. Tức là, mỗi người có thể thử khám phá ra người khác nhìn thấy và nói cái gì khi được trình diễn với một kích thích mà đáp ứng bằng lời

của riêng anh ta sẽ là khác. Nếu họ có thể kìm đủ không giải thích ứng xử dị thường như hậu quả của sự sai lầm hay điên rồ đơn thuần, với thời gian họ có thể trở thành các nhà tiên đoán rất tốt về ứng xử của nhau. Mỗi người sẽ học để phiên dịch lí thuyết của người khác và các hậu quả của nó sang ngôn ngữ của chính mình và đồng thời mô tả thế giới mà lí thuyết đó áp dụng bằng ngôn ngữ của riêng mình. Đó là cái nhà sử học khoa học thường xuyên làm (hay phải làm) khi đối phó với các lí thuyết khoa học lỗi thời.

Vì sự dịch, nếu theo đuổi, cho phép những người tham gia trong một sụp đổ truyền thông để trải nghiệm lây cùng người khác cái gì đó về giá trị và thiếu sót của quan điểm của nhau, nó là một công cụ hiệu nghiệm cho cả sự thuyết phục lẫn cải biến. Nhưng thậm chí sự thuyết phục không nhất thiết thành công, và, nếu thành công, không cần sự cải biến phải đi kèm hay đi theo. Hai kinh nghiệm là không như nhau, một sự phân biệt quan trọng mà tôi nhận ra hoàn toàn chỉ mới đây.

Đi thuyết phục ai đó, tôi hiểu, là khiến anh ta tin rằng quan điểm của mình ưu việt hơn và vì thế phải thay thế quan điểm riêng của anh ta. Ngần ấy đôi khi đạt được mà không cần phải nhờ cậy đến bất cứ cái gì giống sự phiên dịch. Thiếu nó nhiều diễn giải và trình bày vấn đề được các thành viên của một nhóm khoa học tán thành sẽ là không rõ ràng cho nhóm khác. Nhưng mỗi cộng đồng ngôn ngữ từ đầu có thể thường tạo ra vài kết quả nghiên cứu cụ thể mà, tuy có thể mô tả bằng các câu được cả hai nhóm hiểu theo cùng cách, thế nhưng không thể được giải thích bởi cộng đồng khác bằng các thuật ngữ riêng của nó. Nếu quan điểm mới tồn tại được một thời gian và tiếp tục có kết quả, các kết quả nghiên cứu có thể diễn đạt bằng lời theo cách này chắc sẽ tăng về số lượng. Đối với một số người riêng các kết quả như vậy sẽ có tính quyết định. Họ có thể nói: tôi không biết những người đề xuất quan điểm mới thành công thế nào, song tôi phải học; bất luận họ làm gì, nó rõ ràng đúng. Phản ứng đó đến đặc biệt dễ từ những người vừa mới vào nghề, vì họ vẫn chưa thu được từ vựng và các cam kết đặc biệt của cả hai nhóm.

Các lí lẽ có thể phát biểu bằng từ vựng mà cả hai nhóm dùng theo cùng cách, tuy vậy, là thường không quyết định, không chí ít cho đến một giai đoạn rất muộn trong tiến triển của các quan điểm đối lập. Giữa những người đã được kết nạp vào nghề rồi, ít người sẽ được thuyết phục mà không nhờ đến các so sánh mở rộng hơn do việc dịch cho phép. Tuy cái giá thường là các câu rất dài và phức tạp (hãy nghĩ về tranh cãi Proust-Berthollet được tiến hành mà không nhờ đến thuật ngữ 'nguyên tố'), nhiều kết quả nghiên cứu thêm có thể *được dịch* từ ngôn ngữ của một cộng đồng sang của cộng đồng khác. Vả lại, khi việc dịch tiếp diễn một số thành viên của mỗi cộng đồng cũng có thể hiểu lây làm sao một phát biểu trước kia khó hiểu lại có thể có vẻ là một giải thích cho các thành viên của nhóm đối lập. Sự sẵn có các kĩ thuật như thế này, tất nhiên, không đảm bảo cho sự thuyết phục. Đối với đa số người, phiên dịch là một quá trình đe doạ, và nó hoàn toàn xa lạ với khoa học thông thường. Các phản-lí lẽ, trong mọi trường hợp, là luôn sẵn có, và không quy tắc nào quy định phải đạt cân đối ra sao. Tuy nhiên, khi lí lẽ chồng lên lí lẽ và khi thách thức này sau thách thức kia được thoả mãn, cuối cùng chỉ có sự ương ngạnh mù quáng mới giải thích cho sự kháng cự tiếp tục.

Trong trường hợp đó, một khía cạnh thứ hai của việc dịch, quen biết từ lâu đối với cả các sử gia lẫn các nhà ngôn ngữ, trở nên cực kì quan trọng. Đi dịch một lí thuyết hay thế giới quan sang ngôn ngữ của mình không phải là biến nó thành của riêng mình. Vì người đó phải hoà nhập với người bản xứ, khám phá ra cái người ta nghĩ và làm trong, không đơn giản dịch từ, một ngôn ngữ trước đây là xa lạ. Sự chuyển đổi đó, tuy vậy, không phải là một sự chuyển đổi mà một cá nhân có thể làm hay kiềm chế không làm bằng sự cân nhắc và lựa chọn, cho dù các lí do của anh ta có chính đáng đến đâu để làm vậy. Thay vào đó, tại điểm nào đó trong quá trình học dịch, anh ta thấy rằng sự chuyển đổi đã xảy ra, rằng anh ta đã lẻn vào ngôn ngữ mới mà không có một quyết định đã được đưa ra. Hay khác đi, giống nhiều người đầu tiên bắt gặp, chẳng hạn, thuyết tương đối hay cơ học lượng tử ở tuổi trung niên, anh ta thấy bản thân mình hoàn toàn được thuyết phục về quan điểm mới nhưng tuy nhiên không có khả năng nội tại hoá nó và quen thuộc trong thế giới mà nó giúp thành hình. Về mặt trí tuệ một người như vậy đã đưa ra lựa chọn của mình, nhưng sự cải biến cần thiết nếu muốn có kết quả lại né tránh anh ta. Tuy vậy anh ta có thể dùng lí thuyết mới nhưng anh ta sẽ làm

vậy như một người nước ngoài trong một môi trường xa lạ, một lựa chọn khả dĩ có sẵn cho anh ta chỉ bởi vì đã có những người bản xứ rồi. Công việc của anh ta được kí sinh trên của họ, bởi vì anh ta thiếu hình trạng của các giới tinh thần mà các thành viên tương lai của cộng đồng sẽ thu được qua giáo dục.

Kinh nghiệm cải biến mà tôi đã ví như một sự chuyển gestalt đột ngột, vì thế, vẫn còn ở tâm của quá trình cách mạng. Các lí do chính đáng cho sự lựa chọn tạo động cơ cho sự cải biến và một môi trường trong đó nó có khả năng xảy ra hơn. Ngoài ra, việc dịch có thể cung cấp các điểm vào cho việc lập trình neuron mà, dù có khó hiểu đến thế nào ở thời điểm này, phải làm cơ sở cho sự cải biến. Song cả các lí do chính đáng lẫn việc dịch không tạo thành sự cải biến, và chính quá trình đó là cái chúng ta phải giải thích nhằm hiểu một loại căn bản về sự thay đổi khoa học.

6. Các cuộc Cách mạng và Thuyết Tương đối

Một hệ quả của lập trường vừa được phác hoạ đã đặc biệt gây bực mình cho một số các nhà phê bình của tôi.[168] Họ thấy quan điểm của tôi mang tính tương đối, đặc biệt như nó được trình bày ở mục cuối của cuốn sách này. Các nhận xét của tôi về việc dịch nêu bật các lí do cho thay đổi. Những người đề xuất các lí thuyết khác là giống các thành viên của các cộng đồng ngôn ngữ-văn hoá khác. Thừa nhận sự tương tự gợi ý rằng theo nghĩa nào đó cả hai nhóm có thể đều đúng. Áp dụng cho văn hoá và sự phát triển của nó, lập trường đó có tính tương đối.

Nhưng áp dụng cho khoa học nó có thể không vậy, và trong bất cứ trường hợp nào nó còn xa thuyết tương đối đơn thuần về khía cạnh mà các nhà phê bình đã không thấy. Coi như một nhóm hay trong các nhóm, những người thực hành một khoa học đã phát triển, tôi đã lí lẽ, về cơ bản là những người giải câu đố. Tuy các giá trị mà họ triển khai tại các thời kì chọn-lí thuyết bắt nguồn từ các khía cạnh khác nữa của công việc của họ, khả năng được biểu lộ để nêu lên và giải các câu đố do tự nhiên đưa ra, trong trường hợp xung đột giá trị, là tiêu chuẩn chi phối cho hầu hết các thành viên của một nhóm khoa học. Giống bất cứ giá trị nào khác, năng lực giải-câu đố tỏ ra lập lờ trong áp dụng. Hai người chia sẻ nó tuy nhiên có thể có các đánh giá khác nhau mà họ rút ra từ việc dùng nó. Nhưng ứng xử của một cộng đồng làm cho nó hơn hẳn sẽ là rất khác với ứng xử của một cộng đồng không làm được thế. Trong các khoa học, tôi tin, giá trị cao được ban cho năng lực giải-câu đố có các hệ quả sau.

Hãy tưởng tượng một cây tiến hoá đại diện cho sự phát triển của các chuyên ngành khoa học hiện đại từ các gốc chung của chúng, thí dụ, từ triết học tự nhiên và nghề thủ công. Một đường vạch đến cây đó, không bao giờ quay ngược lại, từ thân đến đỉnh của một nhánh nào đó sẽ lần vết sự kế tiếp của các lí thuyết liên quan bởi dòng dõi. Xét bất cứ hai lí thuyết như vậy, chọn từ điểm không quá gần gốc, phải là dễ để phác hoạ một danh mục các tiêu chuẩn cho phép một nhà quan sát không bị ràng buộc phân biệt lí thuyết sớm hơn khỏi lí thuyết gần đây hơn hết lần này đến lần khác. Giữa [các tiêu chuẩn] hữu ích nhất có: độ chính xác của tiên đoán, đặc biệt của tiên đoán định lượng; sự cân đối giữa các chủ đề bí truyền và hàng ngày; và số các vấn đề khác nhau được giải. Ít hữu ích hơn cho mục đích này, tuy cũng là các nhân tố quyết định quan trọng của đời sống khoa học, là các giá trị như tính đơn giản, phạm vi, và tính tương thích với các chuyên ngành khác. Các danh mục đó vẫn chưa là các danh mục cần đến, song tôi không có nghi ngờ nào rằng chúng có thể được hoàn tất. Nếu chúng có thể, thì sự phát triển khoa học là một quá trình theo một hướng duy nhất và không thể đảo ngược như sự phát triển sinh học. Các lí thuyết khoa học muộn hơn là tốt hơn các lí thuyết sớm hơn để giải các câu đố trong các môi trường thường khá khác với môi trường chúng được dùng. Đó không phải là một lập trường của người theo thuyết tương đối, và nó bày tỏ ý nghĩa trong đó tôi là một tín đồ tin chắc vào tiến bộ khoa học.

So với quan niệm về tiến bộ thịnh hành nhất giữa cả các nhà triết học khoa học lẫn dân thường, tuy vậy, lập trường này thiếu một yếu tố căn bản. Một lí thuyết khoa học thường được cảm thấy là tốt hơn các lí thuyết tiền bối của nó không chỉ theo nghĩa nó là một công cụ tốt hơn cho khám phá ra và giải các câu đố mà cả bởi vì bằng cách nào đó nó là một trình bày tốt hơn của cái tự nhiên thực sự giống như. Người ta thường nghe là các lí thuyết kế tiếp nhau luôn luôn tiến triển gần hơn, hay xấp xỉ ngày càng gần hơn, đến chân lí. Hình như các khái quát hoá giống thế nhắc không đến các lời giải câu đố và các tiên đoán cụ thể suy ra từ một lí thuyết mà đúng hơn đến bản thể học của nó, tức là, đến sự phù hợp giữa các thực thể mà chúng được lí thuyết đưa đến cư trú trong tự nhiên và những cái "thực sự có ở đó".

Có lẽ có cách khác nào đó để cứu quan niệm về 'chân lí' cho việc áp dụng đối với tất cả các lí thuyết, song cách này sẽ không làm được. Tôi nghĩ, không có cách độc lập với lí thuyết để dựng lại những lối nói như 'thực sự có ở đó'; quan niệm về một sự phù hợp giữa bản thể học của lí thuyết và bản đối chiếu 'thực' của nó trong tự nhiên bây giờ đối với tôi có vẻ hão huyền về nguyên lí. Ngoài ra, với tư cách một sử gia, tôi bị ấn tượng với sự đáng ngờ của quan điểm này. Thí dụ, tôi không nghi ngờ rằng cơ học Newton cải

thiện cơ học Aristotle và cơ học Einstein cải thiện cơ học Newton như các công cụ cho giải câu đố. Nhưng tôi không thể thấy hướng nhất quán nào của sự phát triển bản thể học trong sự kế tiếp của chúng. Ngược lại, trong một số, tuy không hề trong tất cả, khía cạnh quan trọng, thuyết tương đối rộng của Einstein gần với cơ học Aristotle hơn cả hai lí thuyết này so với cơ học Newton. Tuy sự cám dỗ để mô tả lập trường đó như có tính tương đối là có thể hiểu được, sự mô tả đối với tôi có vẻ sai. Ngược lại, nếu lập trường là tương đối, tôi không thể thấy rằng nhà theo thuyết tương đối mất bất cứ gì cần đến để giải thích bản chất và sự phát triển của các khoa học.

7. Bản chất của Khoa học

Tôi kết thúc với một thảo luận ngắn về hai phản ứng luôn tái diễn đối với văn bản gốc của tôi, cái thứ nhất có tính phê phán, cái thứ hai ủng hộ, và tôi nghĩ chẳng cái nào hoàn toàn đúng. Tuy cả hai không quan hệ đến cái được nói cho đến đây cũng không quan hệ với nhau, cả hai đủ phổ biến để đòi hỏi chí ít đáp ứng nào đó.

Một vài bạn đọc văn bản gốc của tôi đã để ý rằng tôi thường chuyển lui chuyển tới giữa các phương thức mô tả và chuẩn tắc, một sự chuyển tiếp đặc biệt nổi bật trong các đoạn thi thoảng mở đầu với, "Nhưng đó không phải là cái các nhà khoa học làm", và khép lại bằng cho rằng các nhà khoa học không nên làm vậy. Một số nhà phê bình cho rằng tôi lẫn lộn mô tả với quy định, vi phạm định lí triết học được tôn trọng lâu đời: 'Là' không thể bao hàm ý 'nên'.[169]

Định lí đó, trên thực tiễn, trở thành một câu nói sáo, và không còn được tôn trọng ở khắp nơi. Một số nhà triết học đương thời đã khám phá ra các ngữ cảnh quan trọng trong đó chuẩn tắc và diễn tả được trộn lẫn không thể gỡ ra được.[170] 'Là' và 'nên' chẳng luôn tách rời như chúng đã có vẻ chút nào. Nhưng không cần cầu viện đến những tinh tế của triết học ngôn ngữ đương thời để làm sáng tỏ cái có vẻ đã bị lầm về khía cạnh này của lập trường của tôi. Các trang trước trình bày một quan điểm hay lí thuyết về bản chất của khoa học, và giống các triết học khác về khoa học, lí thuyết này có các hệ quả đối với cách theo đó các nhà khoa học phải cư xử nếu việc làm táo bạo của họ muốn thành công. Tuy nó không cần là đúng, không hơn bất cứ lí thuyết khác nào, nó cung cấp một cơ sở chính đáng cho các 'nên' và các 'phải'. Ngược lại, một tập các lí do để coi lí thuyết một cách nghiêm túc là các nhà khoa học, mà các phương pháp của họ được phát triển và lựa chọn cho sự thành công của họ, thực ra có cư xử như lí thuyết bảo họ phải làm. Các khái quát hoá diễn tả của tôi là bằng chứng cho lí thuyết, chính xác bởi vì chúng cũng có thể được dẫn ra từ nó, trong khi theo các quan điểm khác về bản chất của khoa học chúng tạo thành ứng xử dị thường.

Tính lòng vòng của lí lẽ đó, tôi nghĩ, là không xấu. Các hệ quả của quan điểm được thảo luận không bị dùng hết bởi các quan sát mà nó dựa vào lúc khởi đầu. Ngay cả trước khi cuốn sách này được xuất bản lần đầu, tôi đã thấy các phần của lí thuyết nó trình bày một công cụ hữu ích cho khảo sát ứng xử và sự phát triển khoa học. So sánh tái bút này với các trang của bản gốc có thể gợi ý rằng nó đã tiếp tục đóng vai trò đó. Không quan điểm lòng vòng đơn thuần nào có thể cho sự hướng dẫn như vậy.

Đối với một phản ứng cuối cùng với cuốn sách này, câu trả lời của tôi phải là loại khác. Một số những người đã thích thú với nó đã làm rất ít bởi vì nó làm sáng tỏ khoa học hơn bởi vì họ đọc các luận đề chính của nó như có thể áp dụng được cho nhiều lĩnh vực khác nữa. Tôi hiểu cái họ muốn nói và sẽ không muốn làm nản lòng các nỗ lực của họ để mở rộng lập trường, nhưng phản ứng của họ tuy nhiên đã làm tôi bối rối. Trong chừng mực mà cuốn sách mô tả sự phát triển khoa học như một sự kế tiếp của các giai đoạn do truyền thống ràng buộc bị ngắt quãng bởi các dịp không-luỹ tích, các luận đề của nó rõ ràng có khả năng ứng dụng rộng. Nhưng chúng phải thế, vì chúng được vay mượn từ các lĩnh vực khác. Các nhà lịch sử về văn học, về âm nhạc, về nghệ thuật, về diễn tiến chính trị, và về nhiều hoạt động khác của con người từ lâu đã mô tả các chủ đề của họ theo cùng cách. Định kì hoá dưới dạng các ngắt quãng cách mạng về phong cách, thị hiếu, và cơ cấu thể chế đã là giữa các công cụ tiêu chuẩn của họ. Nếu giả như tôi có độc đáo đối với các khái niệm như thế này, nó chủ yếu là sự áp dụng chúng cho các khoa học, các lĩnh vực mà nhiều người đã nghĩ là phát triển theo một cách khác. Có thể tin được là quan niệm về một khung mẫu như một thành tựu cụ thể, một mẫu, là một đóng góp thứ hai. Tôi nghi, thí dụ, rằng một số trong các khó khăn khét tiếng xung quanh quan niệm về phong cách trong nghệ thuật có thể biến mất nếu các bức tranh có thể được xem như được mô phỏng lẫn nhau hơn là được tạo ra phù hợp với các tiêu chuẩn trừu tượng nào đó về phong cách.[171]

Tuy vậy, cuốn sách này cũng có ý định nêu rõ một loại vấn đề khác nữa, loại đã ít có thể thấy được rõ ràng đối với nhiều bạn đọc. Tuy sự phát triển khoa học có thể giống sự phát triển ở các lĩnh vực khác gần

hơn mức thường được tưởng là, nó cũng khác một cách nổi bật. Thí dụ, đi nói các khoa học, chí ít sau một điểm nào đó trong sự phát triển của chúng, tiến bộ theo cách mà các lĩnh vực khác không, không thể hoàn toàn sai, cho dù bản thân sự tiến bộ có thể là gì. Một trong các mục tiêu của cuốn sách là khảo sát các khác biệt như vậy và bắt đầu giải thích chúng.

Thí dụ, xét sự nhấn mạnh lặp đi lặp lại, ở trên, về sự thiếu vắng hay, bây giờ tôi phải nói, về sự khan hiếm các trường phái cạnh tranh trong các khoa học đã phát triển. Hoặc hãy nhớ các nhận xét của tôi về mức độ mà các thành viên của một cộng đồng khoa học cho trước cung cấp khán-thích-độc-giả duy nhất và các quan toà duy nhất của công trình của cộng đồng đó. Hay lại nghĩ về bản chất đặc biệt của giáo dục khoa học, về giải câu đố như một mục tiêu, và về hệ thống giá trị mà nhóm khoa học triển khai ở các giai đoạn khủng hoảng và quyết định. Cuốn sách cô lập các đặc tính khác thuộc cùng loại, chẳng cái nào nhất thiết độc nhất cho khoa học trừ trong sự liên kết đặt hoạt động sang một bên.

Về tất cả các đặc điểm này của khoa học có rất nhiều thứ nữa còn phải được học. Sau khi mở đầu tái bút này bằng nhấn mạnh nhu cầu để nghiên cứu cấu trúc cộng đồng khoa học, tôi sẽ kết thúc bằng nhấn mạnh như cầu về nghiên cứu tương tự, và trên hết, chủ nghĩa so sánh của các cộng đồng tương ứng trong các lĩnh vực khác. Người ta bầu và được bầu thế nào cho tư cách thành viên trong một cộng đồng cá biệt, khoa học hay không khoa học? Quá trình là thế nào và các giai đoạn xã hội hoá là thế nào đối với nhóm? Cái gì là cái nhóm coi một cách tập thể như các mục tiêu của nó; sự lệch nào, cá nhân hay tập thể, nó sẽ khoan dung; và nó kiểm soát sự lầm lạc thế nào là không thể cho phép? Một sự hiểu biết đầy đủ hơn về khoa học cũng sẽ phụ thuộc vào các câu trả lời cho các loại câu hỏi khác nữa, nhưng không có lĩnh vực nào trong đó rất cần đến nhiều công việc hơn. Tri thức khoa học, giống ngôn ngữ, về bản chất là tài sản chung của một nhóm hay khác đi chẳng là gì cả. Để hiểu nó chúng ta sẽ cần biết các đặc trưng đặc biệt của các nhóm tạo ra nó và dùng nó.

Chỉ mục

---

* Các quyển trước gồm:

1. J. Kornai: Con đường dẫn tới nền kinh tế thị trường, Hội Tin học Việt Nam 2001, Nhà Xuất bản Văn hoá Thông tin (NXB VHTT) 2002.
2. J. Kornai: Hệ thống Xã hội chủ nghĩa, NXB Văn hoá Thông tin 2002
3. J. Kornai- K. Eggleston: Chăm sóc sức khoẻ cộng đồng, NXB VHTT 2002
4. G. Soros: Giả kim thuật tài chính, sắp xuất bản
5. H. de Soto: Sự bí ẩn của tư bản, sắp xuất bản
6. J. E. Stiglitz: Chủ nghĩa xã hội đi về đâu? sắp xuất bản
7. F.A. Hayek: Con đường dẫn tới chế độ nông nô, sắp xuất bản
8. G. Soros: Xã hội Mở, sắp xuất bản
9. K. Popper: Sự Khốn cùng của Chủ nghĩa lịch sử, sắp xuất bản.
10. K. Popper: Xã hội mở và những kẻ thù của nó, I, Plato
11. K. Popper: Xã hội mở và những kẻ thù của nó, II, Hegel và Marx

[1] Đặc biệt có ảnh hưởng đã là Alexandre Koyré, *Etudes Galiléenes* (3 vols.; Paris, 1939); Emile Meyerson, *Identity and Reality*, do Kate Loewenberg dịch (New York, 1930); Hélène Metzger, *Les doctrines chimiques en France du début du XVIIe à fin du XVIIIe siècle* (Paris, 1923), và *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique* (Paris, 1930); và Anneliese Maiser, *Die Vorläufer Galileis im 14. Jahrhundert* (Studien zur Naturphilosophie der Spätscholastik", Rome, 1949).

[2] Bởi vì nó biểu lộ các quan niệm và quá trình cũng nổi lên trực tiếp từ lịch sử khoa học, hai tập của các khảo sát của Piaget tỏ ra đặc biệt quan trọng: *The Child's Conception of Causality*, do Marjorie Gabain dịch (London, 1930), và *Les notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant* (Paris, 1946).

[3] Từ đó các bài báo của Whorf được John B. Carroll tập hợp lại trong *Language, Thought, and Reality – Selected Writings of Benjamin Lee Whorf* (New York, 1956). Quine đã trình bày các quan điểm của mình trong “Two Dogmas of Empiricism”, được in lại trong *From a Logical Point of View* của ông (Cambridge, Mass., 1953), pp. 20-46.

* Paradigm là một khái niệm mới do Kuhn đưa ra, do chưa có sự thống nhất về Việt hoá thuật ngữ này (hay tốt hơn cứ dùng như nguyên là paradigm), tôi tạm dùng là khung mẫu; có người gọi là mẫu, hình mẫu.

[4] Các nhân tố này được thảo luận trong T. S. Kuhn, *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in Development of Western Thought* (Cambridge, Mass., 1957), pp. 122-32, 270-71. Các tác động khác của các điều kiện trí tuệ và kinh tế bên ngoài lên sự phát triển khoa học thật sự được minh hoạ trong các bài báo của tôi, "Conservation of Energy as an Example of Simultaneous Discovery", *Critical Problems in the History of Science*, ed. Marshall Clagett (Madison, Wis., 1959), pp. 321-56; "Engineering Precedent for the Work of Sadi Carnot", *Archives internationales d'histoire des sciences*, XIII (1960), 247-51; và "Sadi Carnot and the Cagnard Engine", *Isis*, LII (1961), 567-74. Vì thế, chỉ ở khía cạnh của các vấn đề thảo luận trong tiểu luận này mà tôi coi vai trò của các nhân tố bên ngoài là thứ yếu.

[5] Joseph Priestley, *The History and Present State of Discoveries Relating to Vision, Light, and Colours* (London, 1772), pp. 385-90.

[6] Vasco Ronchi, *Histoire de la lumière*, do Jean Taton dịch (Paris, 1956), các chương i-vi.

[7] Duane Roller and Duane H. D. Roller, *The Development of the Concept of Electric Charge: Electricity from the Greeks to Coulomb* ("Harvard Case Histories in Experimental Science," Case 8; Cambridge, Mass., 1954); và I. B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Works in Electricity as an Example Thereof* (Philadelphia, 1956), chps. vii-xii. Về một số chi tiết giải tích trong đoạn văn tiếp theo trong văn bản, tôi mang ơn một bài báo vẫn chưa công bố của sinh viên của tôi John L. Heilbron. Trong khi chờ nó được công bố, một tường thuật hơi dài hơn và chính xác hơn về sự nổi lên của khung mẫu của Franklin được bao hàm trong T. S. Kuhn, "The Function of Dogma in Scientific Research," trong A. C. Crombie (ed.), "Symposium on the History of Science, University of Oxford, July 9-15, 1961," sẽ được Heinemann Educational Books, Ltd. xuất bản.

* Nay lẽ ra phải gọi là các nhà điện học, sau đây nó vẫn được dịch là thợ điện.

[8] So phác hoạ cho một lịch sử tự nhiên về nhiệt trong *Novum Organum* của Bacon, vol. VIII của *The Works of Francis Bacon*, ed. J. Spedding, R. L. Ellis, and D. D. Heath (New York, 1869), pp. 179-203.

[9] Roller and Roller, op. cit., pp. 14, 22, 28, 43. Chỉ sau khi công việc được ghi chép lại trong trích dẫn cuối của các trích dẫn này thì các hiệu ứng đẩy mới nhận được sự thừa nhận như rõ ràng thuộc về điện.

[10] Bacon, *op. cit.*, pp. 235, 337, nói, "Nước hơi ấm dễ đông hơn nước khá lạnh". Về một tường thuật một phần của lịch sử sớm hơn về quan sát lạ kì này, xem Marshall Clagett, *Giaovanni Marliani and Late Mediveal Physics* (New York, 1941), ch. iv.

[11] Roller and Roller, *op. cit.*, pp. 51-54.

[12] Trường hợp rắc rối là sự đẩy lẫn nhau của các vật nhiễm điện âm, về nó xem Cohen, *op. cit.*, pp. 491-94, 531-43.

[13] Phải lưu ý rằng sự chấp nhận lí thuyết của Franklin đã không chấm dứt hoàn toàn mọi tranh cãi. Năm 1759 Robert Symmer đề xuất phiên bản hai chất lỏng của lí thuyết đó, và trong nhiều năm sau đó các thợ điện bị chia rẽ về việc liệu điện là một chất lỏng duy nhất hay hai. Nhưng tranh luận về chủ đề này chỉ xác nhận cái được nói ở trên về cách theo đó một thành tựu được thừa nhận phổ quát liên kết nghề nghiệp lại. Các thợ điện, tuy họ vẫn chia rẽ về điểm này, mau chóng kết luận rằng không kiểm chứng thí nghiệm nào có thể phân biệt được hai phiên bản của lí thuyết và vì thế chúng là tương đương nhau. Sau việc đó, cả hai trường phái đã có thể và đã khai thác mọi lợi ích mà lí thuyết Franklinian cung cấp (*ibid.*, pp. 543-46, 548-54).

[14] Bacon, *op. cit.*, p. 210. [“Truth emerges more readily from error than from confusion”]

[15] Lịch sử về điện cho một thí dụ tuyệt vời cái có thể được sao lại từ sự nghiệp của Priestley, Kelvin, và những người khác. Franklin thuật lại rằng Nollet, là người có ảnh hưởng nhất của các thợ điện Lục địa vào giữa thế kỉ, "đã sống để thấy mình là người cuối cùng của Phái ông, trừ ông B.- Học trò và Đệ tử trực tiếp của ông" (Max Farrand [ed.], *Benjamin Franklin's Memoirs* [Berkeley, Calif., 1949], pp. 384-86). Lí thú hơn, tuy vậy, là sự kéo dài của toàn bộ các trường phái trong sự cô lập ngày càng tăng khỏi giới khoa học. Xem, thí dụ, trường hợp của thuật chiêm tinh, một thời là phần không tách rời của thiên văn học. Hay xét sự tiếp tục ở cuối thế kỉ mười tám và đầu thế kỉ mười chín của một truyền thống được kính trọng trước đấy về hoá học "lãng mạn". Đây là truyền thống được Charles C. Gillispie thảo luận trong "*The Encyclopédie* and the Jacobin Philosophy of Science: A Study in Ideals and Consequences," *Critical Problems in the History of Sciences*, ed. Marshall Clagett (Madison, Wis., 1959), pp. 255-89; và "The Formation of Lamarck's Evolutionary Theory," *Archives internationales d'histoire des sciences*, XXXVII (1956), 323-38.

[16] Những sự phát triển hậu-Franklinian bao gồm một sự tăng lên rất nhiều về độ nhạy của các máy dò điện tích, các kĩ thuật tin cậy đầu tiên và được phổ biến rộng rãi để đo điện tích, sự tiến hoá của khái niệm điện dung và quan hệ của nó đối với quan niệm được xác định lại về điện thế, và sự lượng hoá lực tĩnh điện. Về tất cả các thứ này xem Roller and Roller, *op. cit.*, pp. 66-81; W. C. Walker, "The Detection of Electric Charges in the Eighteenth Century," *Annals of Science*, I (1936), 66-100; và Edmund Hoppe, *Geschichte der Elektrizität* (Leipzig, 1884), Part I, ch. iii-iv.

[17] Bernard Barber, “Resistance by Scientists to Scientific Discovery,” *Science*, CXXXIV (1961), 596-602.

[18] Điểm kiểm tra lâu đời duy nhất vẫn được được thừa nhận nói chung là độ chính xác của điểm gần mặt trời (cận nhật) của sao Thuỷ. Sự dịch chuyển đỏ trong phổ ánh sáng từ các sao ở xa có thể được suy ra từ các cân nhắc sơ đẳng hơn tính tương đối tổng quát, và cũng vậy có thể cho sự bẻ cong ánh sáng quanh mặt trời, một điểm bây giờ đang tranh cãi. Trong mọi trường hợp, các đo đạc của hiện tượng sau vẫn không rõ rệt. Một điểm kiểm tra nữa có thể đã được xác lập vừa mới đây: sự dịch chuyển hấp dẫn của bức xạ Mossbauer. Có lẽ mau chóng sẽ có các thứ khác trong lĩnh vực bây giờ đang tích cực nhưng im lìm từ lâu. Về một báo cáo ngắn gọn về vấn đề, xem L. I. Schiff, "A Report on the NASA Conference on Experimental Tests of Theories of Relativity," *Physics Today*, XIV (1961), 42-48.

[19] Về hai kính thiên văn thị sai, xem Abraham Wolf, *A History of Science, Technology, and Philosophy in the Eighteen Century* (2nd ed.; London, 1952), pp. 103-5. Về máy Atwood, xem N. R. Hanson, *Patterns of Discovery* (Cambridge, 1958), pp. 100-102, 207-8. Về hai cái máy đặc biệt, xem M. L. Foucault, "Méthode générale pour mesurer la vitesse de la lumière dans l'air et les milieux transparants. Vitesses relatives de la lumière dans l'air et dans l'eau …," *Comptes rendus … de l'Académie des sciences*, XXX (1850), 551- 60; và C. L. Cowan, Jr., et al., "Detection of the Free Neutrino: A Confirmation," *Science*, CXXIV (1956), 103-4.

[20] J. H. P[oynting] xem xét lại khoảng hai tá đo lường hằng số hấp dẫn giữa 1741 và 1901 trong “Graviation Constant and Mean Density of the Earth,” *Encuclopaedia Britanica* (11th ed.; Cambridge, 1910-11), XII, 385-89.

[21] Về việc cấy hoàn toàn các khái niệm thuỷ tĩnh học (hydrostatic) sang khí lực học (pneumatics), xem *The Physical Treatises of Pascal*, trans. I. H. B. Spiers and A. G. H. Spiers, với dẫn nhập và chú giải của F. Barry (New York, 1937). Việc Torricelli ban đầu đưa ra tính tương đương (“Chúng ta sống chìm dưới đáy của một đại dương của nguyên tố khí”) xuất hiện ở p. 164. Sự phát triển nhanh chóng của nó được hai sách chuyên khảo trưng bày.

[22] Duane Roller and Duane H. D. Roller, *The Development of the Concept of Electric Charge: Electricity from the Greeks to Coulomb* ("Harvard Case Histories in Experimental Science," Case 8; Cambridge, Mass., 1954), pp. 66-80.

[23] Thí dụ, xem T. S. Kuhn, “The Function of Measurement in Modern Physical Science,” *Isis*, LII (1961), 161-93.

[24] T. S. Kuhn, “The Caloric Theory of Adibatic Compression,” *Isis*, XLIX (1958), 132-40.

[25] C. Truesdell, “A Program toward Redicovering the Rational Mechanics of the Age of Reason,” *Archives for History of the Exact Sciences*, I (1960), 3- 36, và “Reactions of Late Baroque Mechanics to Success, Conjecture, Error, and Failure in Newton’s *Principia*,” *Texas Quarterly*, X (1967), 281-97. L. T. Hankins, “The Reception of Newton’s Second Law of Motion un the Eighteenth Century.” *Archives internationales d’histoire des sciences*, XX (1967), 42-65.

[26] Wolf, *op. cit.*, pp. 75-81, 96-101; và William Whewell, *History of the Inductive Sciences* (rev. ed.; London, 1847), II, 213-71.

[27] René Dugas, *Histoire de la mécanique* (Neuchatel, 1950), Quyển IV-V.

[28] Những thất vọng do mâu thuẫn giữa vai trò cá nhân và hình mẫu toàn thể của sự phát triển khoa học gây ra, tuy vậy có thể đôi khi rất nghiêm trọng. Về chủ đề này, xem Lawrence S. Kubie, “Some Unsolved Problems of Scientific Career,” *American Scientist*, XLI (1953), 596-613; và XLII (1954), 104-12.

[29] Về một báo cáo ngắn về sự tiến hoá của các thí nghiệm này, xem trang 4 của bài giảng của C. J. Davisson trong *Les prix Nobel en 1937* (Stckholm, 1938).

[30] W. Whewell, *History of the Inductive Sciences* (rev. ed.; London, 1847), II, 101-5, 220-22.

[31] Tôi có được câu hỏi này nhờ W. O. Hagstrom, mà công trình của ông về xã hội học của khoa học đôi khi trùng một phần với của riêng tôi.

[32] Về các khía cạnh này của chủ nghĩa Newton, xem I. B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof* (Philadelphia, 1956), ch. vii, đặc biệt pp. 255-57, 275-77.

[33] Các thí dụ này được thảo luận chi tiết ở gần cuối Mục X.

[34] H. Metzger, *Les doctines chimiques en France du début du XVIIe siècle à la fine du XVIIIe siècle* (Paris, 1923), pp. 359-61; Marie Boas, *Robert Boyle and Seventeenth-Century Chemistry* (Cambridge, 1958), pp. 112-15.

[35] Leo Königsberger, *Hermann von Helmholtz*, do Francis A. Welby dịch (Oxford, 1906), pp. 65-66.

[36] James E. Meinhard, “Chromatography: A Perspective,” *Science*, CX (1949), 387-92.

[37] Về thuyết hạt nói chung, xem Marie Boas, “The Establishment of the Mechanical Philosophy,” *Orisis*, X (1952), 412-541. Về các tác động của nó đến hoá học của Boyle, xem T. S. Kuhn, “Robert Boyle and Structural Chemistry in the Seventeenth Century,” *Isis*, XLIII (1952), 12-36.

[38] Michael Polanyi đã trình bày xuất sắc một chủ đề rất giống, lí lẽ rằng phần lớn thành công của nhà khoa học phụ thuộc vào “tri thức ngầm ẩn”, tức là, vào tri thức thu được qua thực hành và không thể được diễn đạt một cách tường minh. Xem *Personal Knowledge* của ông (Chicago. 1958), đặc biệt các ch. v và vi.

[39] Ludwig Wittgenstein, *Philosophical Investigations*, trans. G. E. M. Anscombe (New York, 1953), pp. 31-36. Wittgenstein, tuy vậy, hầu như không nói gì về loại thế giới cần thiết để ủng hộ thủ tục gọi tên mà ông phác hoạ. Phần của điểm tiếp theo vì thế không thể được qui cho ông.

[40] Về hoá học, xem H. Metzger, Les doctrines chimiques en France du début du XVIIe à la fin du XVIIIe siècle (Paris, 1923), pp. 24-27, 146-49; và Marie Boas, Robert Boyle and Seventeenth-Century Chemistry (Cambridge, 1958), ch. ii. Về địa chất học, xem Walter F. Cannon, “The Uniformitarian Catastrophist Debate,” Isis, LI (1960), 38-55; và C. C. Gillispie, Genesis and Geology (Cambridge, Mass., 1951), chaps., iv-v.

[41] Về các cuộc tranh luận về cơ học lượng tử, xem Jean Ullmo, *La crise de la physique quantique* (Paris, 1950), ch. ii.

[42] Về cơ học thống kê, xem René Dugas, La théorie physique au sens de Boltzmann et ses prolongments modernes (Neuchatel, 1959), pp. 158-84, 206- 19. Về sự đón nhận tác phẩm của Maxwell, xem Max Planck, “Maxwell’s Influence in Germany,” trong James Clerk Maxwell: A Commemorantion Volume, 1831-1931 (Cambridge, 1931), pp. 45-65, đặc biệt, pp. 58-63; và Silvanus P. Thompson, The Life of William Thomson Baron Kelvin of Largs (London, 1910), II, 1021-27.

[43] Về một ví dụ tiêu biểu của tranh luận với các nhà Aristotlian, xem A. Koyré, “A Documentary History of the Problem of Fall from Kepler to Newton,” *Transactions of the American Philosophical Society*, XLV (1955), 329-95. Về các tranh luận với những người theo Descartes và Leibnitz, xem Piere Brunet, *L’introduction des théories de Newton en France au XVIIIe siècle* (Paris, 1931); và A. Koyré, *From the Closed World to the Infinite Universe* (Baltimore, 1957), ch. xi.

[44] Nhà điều tra nghiên cứu là James K. Senior, người mà tôi hàm ơn về một báo cáo bằng lời. Một số vấn đề liên quan được đề cập đến trong bài báo của ông, “The Vernacular of the Laboratory,” *Philosophy of Science*, XXV (1958), 163-68.

[45] Về thảo luận vẫn là cổ điển về khám phá ra oxy, xem A. N. Meldrum, The Eighteen-Century Revoluation in Science – the First Phase (Calcuta, 1930), ch. v. Một tổng quan không thể bỏ qua mới đây, gồm cả một tường thuật về tranh cãi về vị trí hàng đầu, là Maurice Daumas, Lavoisier, théoreicien et expérimentateur (Paris, 1955), ch. ii-iii. Về một tường thuật đầy đủ hơn và thư mục tham khảo, xem cả T. S. Kuhn, "The Historical Structure of Scientific Discovery," Sicence, CXXXVI (June 1, 1962), 760-64.

[46] Xem, tuy vậy, Uno Bocklund, “A Lost Letter from Scheele to Lavoisier,” Lychnos, 1957-58, pp. 39-62, Về một đánh giá khác về vai trò của Scheele.

[*] Phlogiston = nhiên tố. Lí thuyết cổ cho rằng trong mọi chất cháy có hiện diện một chất không màu, không mùi, không vị, không có khối lượng gọi là nhiên tố, chất bốc ra khỏi vật cháy trong quá trình cháy.

[47] J. B. Conant, *The Overthrow of the Phogiston Theory: The Chemical Revolution of 1775-1789* (“Havard Case Ahistories in Experimental Science,” Case 2; Cambridge, Mass., 1950), p. 23. Đây là một cuốn sách mỏng nhỏ rất hữu ích in lại nhiều tài liệu liên quan.

[48] H. Metzger, La philosophie de la matière chez Lavoisier (Paris, 1935); và Daumas, op. cit., ch. vii.

[49] Tường thuật có căn cứ đích xác nhất về nguồn gốc của sự bất bình của Lavoisier là Henry Guerlac, Lavoisier – the Crucial Year: The Backround and Origin of His First Experiments on Combustion in 1772 (Ithaca, N. Y., 1961).

[50] L. W. Taylor, Physics, the Pioneer Science (Boston, 1941), pp. 790-94; và T. W. Chalmers, Historic Researches (London, 1949), pp. 218-19.

[51] E. T Whitteker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, I (2nd ed.; London, 1951), 358, n. 1. Sir George Thomson đã thông báo cho tôi về sự xuýt phát hiện trúng thứ hai. Được các tấm kính chụp ảnh bị mờ không bình thường cảnh báo, Sir William Crookes đã cũng đi theo vết của phát minh.

[52] Silvanus P. Thompson, *The Life of Sir William Thomson Baron Kelvin of Largs* (London, 1910), II, 1125.

[53] Conant, *op. cit.*, 18-20.

[54] K. K. Darrow, “Nuclear Fission,” *Bell System Technical Journal*, XIX (1940), 267-89. Krypton, một trong hai sản phẩm phân rã, dường như đã không được nhận diện bằng các công cụ hoá học cho đến khi phản ứng đã được hiểu kĩ. Bari, một sản phẩm khác, đã hầu như được nhận diện về mặt hoá học ở một giai đoạn muộn hơn của khảo sát bởi vì, như đã xảy ra, nguyên tố đó đã được cho thêm vào dung dịch phóng xạ để kết tủa nguyên tố nặng mà các nhà hoá học đang tìm kiếm. Sự thất bại để tách bari được cho thêm vào ấy ra khỏi sản phẩm phóng xạ cuối cùng, sau khi phản ứng đã được khảo sát lặp đi lặp lại suốt gần năm năm, đã dẫn đến báo cáo sau: “Với tư cách các nhà hoá học nghiên cứu này phải dẫn chúng ta .. đến việc thay tất cả các tên trong sơ đồ [phản ứng] trước đây và như thế viết Ba, La, Ce thay cho Ra, Ac, Th. Nhưng với tư cách ‘các nhà hoá học hạt nhân’ gắn mật thiết với vật lí học, chúng ta không thể đưa bản thân mình đến bước nhảy này bước sẽ mâu thuẫn với mọi kinh nghiệm trước đây của vật lí hạt nhân. Có thể là một chuỗi các ngẫu nhiên kì lạ làm cho các kết quả của chúng ta gây lầm lẫn” (Otto Hahn and Fritz Strassman, “Über den Nachweis und das Verhalten der bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehended Erdalkalimetalle,” *Die Naturwissenschaften*, XXVII [1939], 15).

[55] Về các giai đoạn khác nhau trong tiến hoá của bình Leyden, xem I. B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof* (Philadelphia, 1956), pp. 385-86, 400-405, 452-67, 506-7. Giai đoạn cuối được mô tả bởi Whittaker, op. cit., pp. 50-52.

[56] J. S. Bruner and Leo Postman, “On the Perception of Incongruity: A Paradigm,” *Journal of Personality*, XVIII (1949), 206-23.

[57] *Ibid.*, p. 218. Postman đồng nghiệp của tôi nói với tôi rằng, mặc dù biết tất cả về máy móc và sự phô bày từ trước, tuy thế mà anh ta thấy việc nhìn vào các quân bài phi lí là cực kì khó chịu.

[58] A. R. Hall, The Scientific Revolution, 1500-1800 (London, 1954), p. 16.

[59] Marshall Clagett, The Science of Mechanics in the Middle Ages (Madison, Wis., 1959), Parts II-III. A. Koyré đã bày ra một số yếu tố trung cổ trong tư duy của Galileo ở Etudes Galiléennes của ông (Paris, 1939), đặc biệt Vol. I.

[60] Về Newton, xem T. S. Kuhn, "Newton's Optical Papers," in Isaac Newton's Papers and Letters in Natural Philosophy, ed. I. B. Cohen (Cambridge, Mass., 1958), pp. 27-45. Về khúc dạo đầu cho lí thuyết sóng, xem E. T. Whittaker, A History of the Theories of Aether and Electricity, I (2nd ed.; London, 1951), 94-109; và W. Whewell, History of the Inductive Sciences (rev. ed.; London, 1847), II, 396-466.

[61] Về nhiệt động học, xem Silvanus P. Thompson, Life of William Thompson Baron Kelvin of Largs (London, 1910), I, 266-81. Về lí thuyết lượng tử, xem Fritz Reiche, The Quantum Theory, trans. H. S. Hatfield and H. L. Brose (London, 1922), ch. i-ii.

[62] J. L. E. Dreyer, *A History of Astronomy from Thales to Kepler* (2nd ed.; New York, 1953), ch. xi-xii.

[63] . S, Kuhn, The Copernican Revolution (Cambridge, Mass., 157), pp. 135- 43.

[64] J. R. Partington, A Short History of Chemistry (2nd ed.; London, 1951), pp. 48-51, 73-85, 90-120.

* Xem chú thích ở trang 53.

[65] Mặc dù mối lo chính của họ là với một giai đoạn muộn hơn một chút, nhiều tài liệu liên quan rải rác khắp nơi trong “Historical Studies on the Phlogiston Theory” của J. R. Partington and Douglas Mc Kie, Annals of Science, II (1937), 361-404; II (1938), 1-58, 337-71; và IV (1939), 337-71.

[66] H. Guerlac, Lavoisie – the Crucial Year (Ithaca, N. Y., 1961). Toàn bộ cuốn sách đưa ra tư liệu về sự tiến triển và sự nhận ra đầu tiên về một khủng hoảng. Về một tuyên bố rõ về tình hình liên quan đến Lavoisier, xem p. 35.

[67] Max Jammar, Concepts of Space: The History of Theories of Space in Physics (Cambridge, Mass., 1954), pp. 114-24.

[68] Josphep Larmor, Aether and Matter … Including a Discussion of the Influence of the Earth's Motion on Optical Phenomena (Cambridge, 1900), pp. 6-20, 320-22.

[69] R. T. Glazebrook, James Clerk Maxwell and Modern Physics (London, 1896), ch. ix. Về thái độ cuối cùng của Maxwell, xem cuốn sách của chính ông, A treatise on Electricity and Magnetism (3rd ed.; Oxford, 1892), p. 470.

[70] Về vai trò của thiên văn học trong sự phát triển của cơ học, xem Kuhn, op. cit., ch. vii.

[71] Whittaker, op. cit., I, 386-410; và II (London, 1953), 27-40.

[72] Về công trình của Aristarchus, xem T. L. Heath, Aristarchus of Samos: The Ancient Copernicus (Oxford, 1913), Part II. Về một tuyên bố cực đoan của lập trường truyền thống về sự bỏ qua thành tựu của Aristarchus, xem Arthur Koestler, The Sleepwalkers: A History of Man’s Changing Vision of the Universe (London, 1959), p. 50.

[73] Partington, op. cit., pp. 78-85.

[74] Xem đặc biệt thảo luận trong N. R. Hanson, Patterns of Discovery (Cambridge, 1958), pp. 99-105.

[75] T. S. Kuhn, “The Essential Tension: Tradition and Inovation in Scientific Research,” trong The Third (1959) University of Utah Research Conference on the Identification of Creative Scientific Talent, ed. Calvin W. Taylor (Salt Lake City, 1959), pp. 162-77. Về hiện tượng có thể so sánh được giữa các nghệ sĩ, xem Frank Barron, “The Psychology of Imagination,” Scientific American, CXCIX (September, 1958), 151-66, đặc biệt, 160.

[76] W. Whewell, History of the Inductive Sciences (rev. ed.; London, 1847), II, 220-21.

[77] Về tốc độ âm thanh, xem T. S. Kuhn, “The Caloric Theory of Adiabatic Compression,” Isis, XLIV (1958), 136-37. Về sự dịch chuyển một trăm năm [secular shift] của điểm gần mặt trời [cận nhật] của sao Thuỷ, xem E. T. Whittaker, A History of the Theories of the Aether and Electricity, II (London, 1953), 151, 179.

[78] Được trích trong T. S. Kuhn, The Copernican Revolution (Cambridge, Mass., 1957), p. 138.

[79] Albert Einstein, “Autobiographical Note,” in Albert Einsten: PhilosopherScientist, ed. P. A. Schilpp (Evanston, Ill., 1949), p. 45.

[80] Ralph Kronig, "The Turning Point," in Theoretical Physics in the Twentieth Century: A Memorial Volume to Wolfgang Pauli, ed. M. Fierz and V. F. Weisskopf (New York, 1960), pp. 22, 25-26. Phần lớn của bài báo này mô tả khủng hoảng trong cơ học lượng tử trong các năm ngay trước 1925.

[81] Herbert Butterfield, The Origins of Modern Science, 1300-1800 (London, 1949), pp. 1-7.

* Gestalt [từ tiếng Đức, dạng, hình dạng] (theo trường phái gestalt các tính chất của một thực thể không thể được khám phá ra từ tính chất của các thành phần của nó; gần với chỉnh thể luận).

[82] Hanson, op. cit., ch. i.

[83] Về một tường thuật công trình của Kepler về sao Hoả, xem J. L. E. Dreyer, A History of Astronomy from Thales to Kepler (2nd ed.; New York, 1953), pp. 380-93. Những điểm sai thi thoảng không ngăn bản tóm tắt của Dreyer cung cấp tư liệu cần đến ở đây. Về Priesley, xem công trình của chính ông, đặc biệt Experiments and Observations on Different Kinds of Air (London, 1774-75).

[84] Về điểm đối triết học đi kèm cơ học thế kỉ mười bảy, xem René Dugas, La mécanique au XVIIe siècle (Neuchatel, 1954), đặc biệt ch. xi. Về tình tiết tương tự thế kỉ mười chín, xem cuốn sách sớm hơn của cùng tác giả, Histoire de la mécanique (Neuchatel, 1950), pp. 419-43.

[85] T. S. Kuhn, “A Function for Thought Experiments,” in Méslanges Alexandre Koyré, ed. R. Taton and I. B. Cohen, sẽ được Hermann (Paris) xuất bản, 1993.

[86] Về các phát minh quang học mới nói chung, xem V. Ronchi, Histoire de la lumière (Paris, 1958), ch. vii. Về sự giả thích sớm hơn của một trong các hiệu ứng này, xem J. Priesley, The History and Present State of Discoveries Relating to Vision, Light and Colours (London, 1772), pp. 498-520.

[87] Einstein, loc. cit.

[88] Khái quát hoá này về vai trò của tuổi trẻ trong nghiên cứu khoa học cơ bản là phổ biến đến mức như lời sáo rỗng. Hơn nữa, ngó tới hầu như bất cứ danh sách những người đóng góp cơ bản cho lí thuyết khoa học nào sẽ cho xác nhận đầy ấn tượng. Tuy nhiên, sự khái quát hoá rất cần khảo sát có hệ thống. Harvey C. Lehman (Age and Achievement [Princeton, 1953]) cung cấp nhiều dữ liệu hữu ích; nhưng các nghiên cứu của ông đã không có nỗ lực nào để lựa chọn ra những đóng góp dính dáng đến sự tái khái niệm hoá cơ bản. Chúng cũng không thẩm tra về các hoàn cảnh đặc biệt, nếu có, có thể đi kèm hiệu suất tương đối muộn trong các khoa học.

[89] Silvanus P. Thompson, Life of William Thomson Baron Kelvin of Largs (London, 1910), I, 266-81.

[90] Xem, thí dụ, các nhận xét của P. P. Wiener trong Philosophy of Science, XXV (1958), 298.

[91] James B. Conant, Overthrow of the Phlogiston Theory (Cambridge, 1950), pp. 13-16; và J. R. Parting ton, A Short History of Chemistry (2nd ed.; London, 1951), pp. 85-88. Tường thuật đầy đủ nhất và đồng cảm nhất về các thành tựu của lí thuyết nhiên tố là do H. Metzger, Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique (Paris, 1930), Part II.

[92] So các kết luận đạt được thông qua một loại phân tích rất khác của R. B. Braithwaite, Scientific Explanation (Cambridge, 1953), pp. 50-87, đặc biệt, p. 76.

[93] Về thuyết hạt nói chung, xem Marie Boas, “The Establishment of the Mechanical Philosophy,” Osiris, X (1952), 412-541. Về tác dụng của hình thù hạt lên vị giác, xem ibid., p. 483.

[94] R. Dugas, La mécanique au XVIIe siècle (Neuchatel, 1954), pp. 177-85, 284- 98, 345-56.

[95] I. B. Cohen, Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin’s Work in Electricity as an Example Thereof (Philadelphia, 1956), ch. vi-vii.

[96] Về điện học, xem ibid, ch. viii-ix. Về hoá học, xem Metzger, op. cit., Part I.

[97] E. Meyerson, Identity and Reality (New York, 1930), ch. x.

[98] E. T. Whittaker, A History of the Theories of Aether and Electricity, II (London, 1953), 28-30.

[99] Về một nỗ lực xuất sắc và hoàn toàn hiện đại để làm khớp sự phát triển khoa học vào cái nền Procrustean này, xem C. C. Gillispie, The Edge of Objectivity: An Essay in the History of Scientific Ideas (Princeton, 1960).

[100] Các thí nghiệm gốc được George M. Stratton tiến hành, “Vision without Inversion of the Retianl Image,” Psychological Review, IV (1897), 341-60, 463-81. Một tổng quan cập nhật hơn được Harvey A. Carr cung cấp, An Introduction to Space Perception (New York, 1935), pp. 18-57.

[101] Thí dụ, xem Albert H. Hastorf, “The Influence of Suggestion on the Relationship between Stimulus Size and Perceived Distance,” Journal of Psychology, XXIX (1950), 195-217; và Jerome S. Bruner, Leo Postman, and John Rodrigues, “Expectations and the Perception of Color,” American Journal of Psychology, LXIV (1951), 216-27.

[102] N. R. Hanson, Patterns of Discovery (Cambridge, 1958), ch. i.

[103]
Peter Doig, A Concise History of Astronomy (London, 1950), pp. 115-16.

[104] Rudolph Wolf, Geschichte der Astronomie (Munich, 1877), pp. 513-15, 683- 93. Đặc biệt lưu ý báo cáo của Wolf đã khó ra sao để giải thích các phát minh này như một hệ quả của Định luật Bode.

[105] Joseph Needham, Science and Civilization in China, III (Cambridge, 1959), 423-29, 434-36.

[106] T. S. Kuhn, The Copernican Revolution (Cambridge, Mass., 1957), pp. 206-9.

[107] Duane Roller and Duane H. D. Roller, The Development of the Concept of Electric Charge (Cambridge, Mass., 1954), pp. 21-29.

[108] Xem thảo luận ở Mục VII và tài liệu mà các tài liệu được nhắc tới ở chú thích 9 hướng dẫn.

[109] Galileo Galilei, Dialogues concerning Two New Sciences, trans. H. Crew and A. de Salvio (Evanston, Ill., 1946), pp. 80-81, 162-66.

[110] Ibid., pp. 91-94, 244.

[111] M. Clagett, The Science of Mechanics in the Middle Ages (Madison, Wis., 1959), pp. 537-38, 570.

[112] [Jacques] Hadamard, Subconscient intuition, et logique dans la recherche scientifique (Conférence faite au Palais de la Découverte le 8 Décembre 1945 [Alençon, n.d.]), pp. 7-8. Một báo cáo đầy đủ hơn nhiều, tuy chỉ giới hạn ở các đổi mới toán học, là cuốn sách của cùng tác giả, The Psychology of Invention in the Mathematical Field (Princeton, 1949).

[113] T. S. Kuhn, “A Function for Thought Experiments,” trong Mélanges Alexandre Koyré, ed. R. Taton and I. B. Cohen, sẽ được Hermann (Paris) xuất bản 1963.

[114] A. Koyré, Etudes Galiléennes (Paris, 1939), I, 46-51; và “Galileo and Plato,” Journal of the History of Ideas, IV (1943), 400-428.

[115] T. S. Kuhn, “A Function for Thought Experiments,” trong Mélanges Alexandre Koyré (xem dẫn chiếu đầy đủ ở chú thích 14).

[116] A. Koyré, Etudes Galiléennes, II, 7-11.

[117] Clagett, op. cit., ch. iv, vi, và ix.

[118] N. Goodman, The Structure of Appearance (Cambridge, Mass., 1951), pp. 4-5. Bõ trích đoạn này bao quát hơn: “Nếu tất cả và chỉ các dân cư năm 1947 của Wilmington những người nặng giữa 175 và 180 pound là có tóc đỏ, thì ‘dân cư tóc đỏ năm 1947 của Wilmington’ và ‘dân cư năm 1947 có trọng lượng giữa 175 và 180 pound của Wilmington’ có thể được kết hợp lại trong một định nghĩa cấu trúc… Câu hỏi - liệu đã ‘có thể có’ ai đó hay không mà đối với người ấy một trong hai khẳng định này có thể áp dụng còn khẳng định kia thì không- không liên quan gì … một khi chúng ta đã quyết định rằng không có người nào như vậy… May là không có gì hơn được nói đến; vì khái niệm về các trường hợp ‘khả dĩ’, các trường hợp không tồn tại nhưng có thể đã tồn tại, là còn xa mới rõ.”

[119] H. Metzger, Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique (Paris, 1930), pp. 34-68.

[120] Ibid., pp. 124-29, 139-48. Về Dalton, xem Leonard K. Nash, The AtomicMolecular Theory ("Havard Case Histories in Experimental Science," Case 4; Cambridge, Mass., 1950), pp. 14-21.

[121] J. R. Partington, A Short History of Chemistry (2nd ed.; London, 1951), pp. 161-63.

[122] A. N. Meldrum, “The Development of the Atomic Theory: (1) Berthollet’s Doctrine of Variable Proportions,” Manchester Memoirs, LIV (1910), 1-16.

[123] L. K. Nash, "The Origin of Dalton's Chemical Atomic Theory," Isis, XLVII (1956), 101-16.

[124] A. N. Meldrum, “The Development of the Atomic Theory: (6) The Reception Accorded to the Theory Advocated by Dalton,” Manchester Memoirs, LV (1911), 1-10.

[125] Về Froust, xem A. N. Meldrum, “The Development of the Atomic Theory: (1) Berthollet’s Doctrine of Variable Proportions,” Manchester Memoirs, LIV (1910), 8. Lịch sử chi tiết về những thay đổi từ từ trong đo lường thành phần hoá học và trọng lượng nguyên tử vẫn cần phải được viết, nhưng Partington, op. cit., cung cấp nhiều chỉ dẫn tới đó.

[126] L. Nash, “The Origins of Dalton’s Chemical Atomic Theory,” Iris, XLVII (1956), 101-16.

[127] Về nhận xét của Newton, xem Florian Cajori (ed.), Sir Isaac Newton's Mathematical Principles of Natural Phylosophy and His System of the World (Berkeley, Calif., 1946), p. 21. Đoạn phải được so sánh với thảo luận riêng của Galileo trong Dialogues concerning Two New Sciences, của ông, trans. H. Crew and A. de Salvio (Evanston, Ill., 1946), pp. 154-76.

[128] T. S. Kuhn, “Robert Boyle and Structural Chemistry in the Seventeenth Century,” Isis, XLIII (1952), 26-29.

[129] Marie Boas, trong Robert Boyle and Seventeenth-Century Chemistry (Cambridge, 1958), ở nhiều chỗ đề cập đến các đóng góp tích cực của Boyle đối với sự tiến hoá của khái niệm về một nguyên tố hoá học.

[130] Về một phác hoạ ngắn gọn về các lộ trình chính đối với các lí thuyết xác minh xác suất, xem Ernest Nagel, Principles of the Theory of Probability, Vol. I, No. 6, của Intẻnational Encyclopedia of United Science, pp. 60-75.

[131] K. R. Popper, The Logic of Scientific Discovery (New York, 1959), đặc biệt, các ch. i-iv.

[132] Về các phản ứng của những người không chuyên đối với khái niệm không gian bị bẻ cong, xem Philipp Frank, Einstein, His Life and Times, trans. and ed. G. Rosen and S. Kusaka (New York, 1947), pp. 142-46. Về một vài nỗ lực để duy trì các lợi ích của thuyết tương đối rộng trong khuôn khổ của một không gian Euclidian, xem C. Nordman, Einsten and the Universe. Trans. J. McCabe (New York, 1962), ch. ix.

[133] T. S. Kuhn, The Copernican Revolution (Cambridge, Mass., 1957), các ch. iii, iv, và vii. Ở chừng mực thuyết nhật tâm là nhiều hơn một vấn đề thiên văn học nghiêm ngặt là một chủ đề chính của toàn bộ cuốn sách.

[134] Max Jammer, Concepts of Space (Cambridge, Mass., 1954), pp. 118-24.

[135] I. B. Cohen, Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin’s Work in Electricity as an Example Thereof (Philadelphia, 1956), pp. 93-94.

[136] Charles Darwin, On the Origin of Species …(lần xuất bản được phép từ lần xuất bản thứ sáu ở Anh; New York, 1889), II, 295-96.

[137] Max Planck, Scientific Autobiography and Other Papers, trans. F. Graynor (New York, 1949), pp. 33-34.

[138] Về vai trò của sự tôn thờ mặt trời trong tư duy của Kepler, xem E. A. Burtt, The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science (rev. ed; New York, 1932), pp. 44-49.

[139] Về vai trò của danh tiếng, xem việc sau: Lord Rayleigh, vào lúc khi danh tiếng của ông đã được xác lập, đã nộp cho British Association một bài báo về một số nghịch lí của điện động học. Tên ông tình cờ bị bỏ sót khi bài báo được gửi đi lần đầu, và bản thân bài báo đầu tiên bị từ chối như công trình của "kẻ ngược đời" nào đó. Không lâu sau đó, với tên tác giả để đúng chỗ, bài báo được chấp nhận với vô số lời xin lỗi (R. J. Strutt, 4th Baron Rayleigh, John William Strutt, Third Baron Rayleigh [New York, 1924], p. 228).

[140] Về các vấn đề do lí thuyết lượng tử gây ra, xem F. Reich, The Quantum Theory (London, 1922), ch. ii, vi-ix. Về các thí dụ khác trong đoạn văn này, xem các dẫn chiếu trước trong mục này.

[141] Kuhn, op. cit., pp. 219-25.

[142] E. T. Whittaker, A History of the Theories of Aether and Electricity, I (2nd ed.; London, 1951), 108.

[143] Xem ibid., II (1953), 151-80, về sự phát triển của thuyết tương đối rộng. Về phản ứng của Einstein đối với sự phù hợp chính xác của lí thuyết với chuyển động được quan sát về điểm cận nhật của sao Thuỷ, xem bức thư được trích trong P. A. Schilpp (ed.), Albert Einstein, Philosopher-Scientist (Evanston, II, 1949), p. 101.

[144] Về hệ thống của Brahe hoàn toàn tương đương về mặt hình học với hệ thống Copernicus, xem J. L. E. Dreyer, A History of Astronomy from Thales to Kepler (2nd ed.; New York, 1953), pp. 359-71. Về các phiên bản sau cùng của thuyết nhiên tố và thành công của chúng, xem J. R. Partington and D. McKie, "Historical Studies of the Phlogiston Theory," Annals of Science, IV (1939), 113-49.

[145] Về vấn đề do hydrô bày ra, xem J. R. Partington, A Short History of Chemistry (2nd ed.: London, 1951), p. 134. Về monoxide cácbon, xem H. Kopp, Geschichte der Chemie, III (Braunschweig, 1845), 294-96.

[146] E. H. Gombrich, Art and Illusion: A Study in the Psychology of Pictorial Representation (New York, 1960), pp. 11-12.

[147] Ibid., p. 97; và Giorgio de Santillana, “The Role of Art in Scientific Renaissance,” trong Critical Problems in the History of Science, ed. M. Clagett (Madison, Wis., 1959), pp. 33-65.

[148] Các sử gia khoa học thường bắt gặp sự mù quáng này ở một dạng đặc biệt nổi bật. Nhóm các sinh viên đến với họ từ các khoa học rất thường là nhóm xứng đáng nhất mà họ dạy. Song nó cũng thường là nhóm gây bực dọc nhất lúc đầu. Bởi vì các sinh viên khoa học “biết các câu trả lời đúng”, đặc biệt khó để khiến họ phân tích một khoa học cũ hơn bằng các thuật ngữ riêng của nó.

[149] Loren Eiseley, Darwin's Century: Evolution and the Men Who Discovered It (New York, 1958), ch. ii, iv-v.

[150] Về một tường thuật đặc biệt gay gắt về cuộc chiến đấu của một nhà Darwinian xuất sắc với vấn đề này, xem A. Hunter Dupree, Asa Gray, 1810- 1888 (Cambridge, Mass., 1959), pp. 295-306, 355-83.

[151] Tái bút này lần đầu tiên được chuẩn bị do gợi ý của Dr. Shigeru Nakayama ở Đại học Tokyo, một thời là sinh viên của tôi và là một người bạn từ lâu, để bao gồm vào bản dịch tiếng Nhật của ông về cuốn sách này. Tôi biết ơn ông vì ý tưởng, vì sự kiên nhẫn của ông để chờ đợi kết quả của nó, và vì sự cho phép đưa kết quả vào cả lần tái bản bằng tiếng Anh.

[152] Cho lần xuất bản này tôi không thử việc viết lại một cách có hệ thống, giới hạn những thay đổi ở vài lỗi in ấn cộng với hai đoạn chứa các lỗi có thể cô lập được. Một trong hai đoạn này là mô tả về vai trò của Principia của Newton trong sự phát triển của cơ học thế kỉ mười tám ở các trang 30-33. Đoạn thứ hai liên quan đến phản ứng đối với các khủng hoảng ở trang 84.

[153] Các biểu thị khác được thấy ở hai tiểu luận mới đây của tôi: “Reflection on My Critics,” trong Imre Lakatos and Alan Musgave (eds.), Critism and the Growth of Knowledge (Cambridge, 1970); “Second Thoughts on Paradigms,” trong Federic Suppe (ed.) The Structure of Scientific Theories (Urbana, Ill., 1970 hay 1971), cả hai đang trong quá trình in, dưới đây tôi sẽ nhắc đến tiểu luận đầu như “Reflections” và tập sách trong đó nó xuất hiện như Growth of Knowledge; tiểu luận thứ hai sẽ được nhắc đến như “Second Thoughts”.

[154] Về phê phán có sức thuyết phục đặc biệt đối với trình bày ban đầu của tôi về khung mẫu, xem Margaret Masterman, “The Nature of a Paradigm,” trong Growth of Knowledge; và Dudley Shapere, “The Structure of Scientific Revolutions,” Philosophical Review, LXXIII (1964), 383-94.

[155] W. O. Hagstrom, The Scientific Community (New York, 1965), ch. iv và v; D. J. Price and D. de B. Beaver, “Collaboration in an Invisible College,” American Psychologist, XXI (1966), 1011-18; Diana Crane, “Social Structure in a Group of Scientists: A Test of the ‘Invisible College’ Hypothesis,” American Sociological Review, XXXIV (1969), 335-52; N. C. Mullins, Social Networks among Biological Scientists, (Ph. D. diss., Harvard University, 1966) và “The Micro-Structure of an Invisible College: The Phage Group” (bài báo trình bày tại gặp mặt hàng năm của Hội Xã hội học Mĩ, Ameriacan Sociological Association, Boston, 1968).

[156] Eugene Garfield, The Use of Citation Data in Writing the History of Science (Philadelphia: Institute of Scientific Information, 1964); M. M. Kessler, “Comparison of Results of Bibliographic Coupling and Analytic Subject Indexing,” American Documentation, XVI (1965), 223-33; D. J. Price, “Networks of Scientific Papers,” Science, CIL (1965), 510-15.

[157] Masterman, op. cit.

[158] Về các phần đáng kể của tình tiết này xem: T. M. Brown, “The Electric Current in Early Nineteenth Century French Physics,” Historical Studies in the Physical Sciences, I (1969), 61-103, và Morton Schagrin, “Resistance to Ohm’s Law,” American Journal of Physics, XXI (1963), 536-47.

[159] Xem đặc biệt: Dudley Shapere, "Meaning and Scientific Change," trong Mind and Cosmos: Essays in Contemporary Science and Philosophy, The University of Pittsburgh Series in the Philosophy of Science, III (Pittsburgh, 1966), 41-85; Israel Scheffler, Science and Subjectivity (New York, 1967); và các tiểu luận của Karl Popper và Imre Lakatos trong Growth of Knowledge.

[160] Xem thảo luận ở đầu Mục XIII, ở trên.

[161] Về thí dụ này, xem: René Dugas, A History of Mechanics, trans. J. R. Maddox (Neuchatel, 1955), pp. 135-36, 186-93, và Daniel Bernoulli, Hydrodynamica, sive de viribus et motibus fluidorum, commentarii opus academicum (Strasbourg, 1738), Sec. iii. Về mức độ mà cơ học đã tiến bộ ở nửa đầu thế kỉ mười tám bằng cách mô phỏng một cách giải vấn đề trên cách giải khác, xem Clifford Truesdell, “Reactions of Late Baroque Mechanics to Success, Conjecture, Error, and Failure in Newton’s Pinincipia,” Texas Quartely, X (1967), 238-58.

[162] Thông tin nào đó về chủ đề này có thể thấy trong “Second Thoughts”.

[163] Điểm này có thể chẳng bao giờ cần đến nếu giả như mọi luật đều giống các qui luật Newton và mọi quy tắc giống Mười Điều răn. Trong trường hợp đó lối nói ‘vi phạm một luật’ sẽ vô nghĩa, và một sự từ chối các quy tắc sẽ không có vẻ ngụ ý một quá trình không bị chi phối bởi luật. Đáng tiếc, các luật giao thông và các sản phẩm tương tự của luật pháp có thể bị vi phạm, điều dễ gây lầm lẫn.

[164] Đối với các bạn đọc của “Second Thoughts” các nhận xét bí ẩn sau đây có thể là chủ đạo. Khả năng nhận ra ngay lập tức các thành viên của các họ tự nhiên phụ thuộc vào sự tồn tại, sau xử lí thần kinh, của một không gian tri giác rỗng giữa các họ cần phải phân biệt. Nếu, thí dụ, giả như có một [dải] liên tục được thấy của chim nước từ ngỗng đến thiên nga, chúng ta buộc phải đưa ra một tiêu chuẩn cụ thể để phân biệt chúng. Có thể đưa ra một điểm tương tự cho các thực thể không quan sát được. Nếu một lí thuyết vật lí thừa nhận sự tồn tại của không gì khác như dòng điện, thì một số nhỏ các tiêu chuẩn, số có thể thay đổi đáng kể từ trường hợp này sang trường hợp khác, sẽ là đủ để nhận diện các dòng điện tuy không có tập nào của các quy tắc quy định các điều kiện cần và đủ cho sự nhận diện. Cho trước một tập các điều kiện cần và đủ cho nhận diện một thực thể lí thuyết, thực thể đó có thể được loại bỏ khỏi bản thể học của một lí thuyết bằng sự thay thế. Tuy nhiên, khi thiếu các quy tắc như vậy không thể loại trừ được các thực thể này; khi đó lí thuyết đòi hỏi sự tồn tại của chúng.

[165] Các điểm tiếp theo được thảo luận chi tiết hơn ở các Mục v và vi của “Reflections”.

[166] Xem các công trình được trích ở chú thích 9, ở trên, và cả tiểu luận của Stephen Toulmin trong Growth of Knowledge.

[167] Nguồn đã là cổ điển rồi cho hầu hết các khía cạnh của việc dịch là W. V. O. Quine, Word and Object (Cambridge, Mass., and New Ork, 1960), ch. i và ii. Nhưng Quine có vẻ đi giả sử rằng hai người nhận cùng kích thích phải có cùng cảm giác và vì thế có ít để nói về mức độ mà một phiên dịch phải có khả năng mô tả thế giới mà ngôn ngữ được dịch áp dụng. Về điểm sau xem, E. A. Nida, “Linguistics and Ethnology in Translation Problems,” trong Del Hymes (ed.), Language and Culture in Society (New York, 1964), pp. 90-97.

[168] Spapere, “Structure of Scientific Revolutions,” và Popper trong Growth of Knowledge.

[169] Về một trong nhiều thí dụ, xem tiểu luận của P. K Feyerabend trong Growth of Knowledge.

[170] Stanley Cavell, Must We Mean What We Say? (New York, 1969), ch. i.

[171] Về điểm này cũng như một thảo luận mở rộng hơn về cái gì là đặc biệt xung quanh các khoa học, xem T. S. Kuhn, “Comment [on the Relations of Science and Art],” Coparative Studies in Philosophy and History, XI (1969), 403-12.